ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1952.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT CAQUOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Sven Anders Hedin**, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, survenu à Stockholm, le 26 novembre 1952.

M. le **Président** signale que la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 10 décembre, au lieu du lundi 8, jour de la séance annuelle des prix de l'Académie des Sciences morales et politiques.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'interprétation de la Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules dans l'espace de configuration par la théorie de la double solution.* Note de M. **Louis de Broglie**.

Approfondissant un raisonnement indiqué dans un Mémoire de 1927, l'auteur précise comment il paraît possible, dans la théorie de la double solution onde-pilote, de justifier le passage de la Mécanique ondulatoire du corpuscule dans un champ donné à la Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules dans l'espace de configuration.

L'une des grandes difficultés de l'interprétation de la Mécanique ondulatoire par les idées de double solution et d'onde-pilote est de justifier le passage de la Mécanique ondulatoire du corpuscule dans un champ donné à la Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules dans l'espace de configuration. Nous avions esquissé une démonstration de la possibilité de ce passage dans notre Mémoire de 1927 sur la double solution [1]. Nous allons essayer de préciser certains points de cette démonstration en nous bornant au cas d'un système de deux corpuscules, le passage au cas de plus de deux corpuscules ne paraissant pas comporter de difficultés supplémentaires.

---

[1] *Journal de Physique*, série VI, 8, 1927, p. 225.

Nous utiliserons le lemme mathématique suivant : Soient deux variables x et y et une certaine fonction u de x et de y. Considérons trois fonctions $F_1(x, u)$, $F_2(y, u)$ et $F(x, y, u)$ et supposons que nous ayons entre ces fonctions les relations

$$\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_y = \left(\frac{\partial F_1}{\partial x}\right)_y \qquad \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_x = \left(\frac{\partial F_2}{\partial y}\right)_x$$

Alors on a nécessairement

(1) $$F_1(x, u) = F_{11}(x) + F_{12}(u) \qquad F_2(y, u) = F_{22}(y) + F_{21}(u),$$

avec $F_{12} = F_{21}$ et

(2) $$F(x, y, u) = F_{11}(x) + F_{22}(y) + F_{12}(u).$$

Ce lemme dont la démonstration est aisée étant admis, envisageons un système de deux corpuscules de nature différente dans l'espace physique à trois dimensions. Chaque point de cet espace sera repéré par le rayon-vecteur $\vec{R}$ qui le joint à l'origine des coordonnées. $\vec{R}_1(t)$ et $\vec{R}_2(t)$ définissent donc les positions à l'instant t des deux corpuscules. Les vecteurs $\vec{r}_1(t) = \vec{R} - \vec{R}_1(t)$ et $\vec{r}_2(t) = \vec{R} - \vec{R}_2(t)$ définissent de même la position du point $\vec{R}$ par rapport à chacun des deux corpuscules à l'instant t. Enfin nous posons $\vec{r}_{12}(t) = \vec{R}_1(t) - \vec{R}_2(t)$.

Nous supposons valables pour le mouvement de chacun des corpuscules dans un champ donné les idées de la théorie de la double solution. Si donc nous supposons connu le mouvement $\vec{R}_2(t)$ du second corpuscule, nous pourrons écrire pour le premier corpuscule l'équation de Jacobi généralisée au point $\vec{R} = \vec{R}_1$

(3) $$\frac{\partial \varphi_1}{\partial t} = E_1 = \frac{1}{2m_1}(\text{grad}_1 \varphi_1)^2 + F_1 + F_{12} + Q_1,$$

où Q_1 est le potentiel quantique égal, à l'approximation newtonienne que la Mécanique ondulatoire de l'espace de configuration suppose implicitement valable, à

$$Q_1 = -\frac{h^2}{8\pi^2 m_1}\left(\frac{\Delta a_1}{a_1}\right)_{\vec{R} = \vec{R}_1}.$$

Dans cette équation $\varphi_1(\vec{R}, \vec{r}_{12}, t)$ est la phase des ondes u_1 et Ψ_1 du premier corpuscule dans le champ de force connu créé par le second, compte tenu s'il y a lieu de la présence d'obstacles provoquant interférences et diffraction. $a_1(\vec{R}, \vec{r}_{12}, t)$ est l'amplitude de l'onde continue Ψ_1. Le symbole $\text{grad}_1 \varphi_1$ signifie $(\text{grad}\, \varphi_1)_{\vec{R}=\vec{R}_1}$. La fonction $F_1(\vec{R}_1, t)$ est un potentiel extérieur agissant éventuellement sur le premier corpuscule, $F_{12}(\vec{r}_{12})$ est le potentiel représentant

l'action du second corpuscule sur le premier. L'énergie E_1 n'est pas constante en général.

Mais nous pouvons au contraire supposer connu le mouvement $\vec{R}_1(t)$ du premier corpuscule et écrire l'équation de Jacobi généralisée pour le second corpuscule au point $\vec{R}=\vec{R}_2(t)$

$$(4) \qquad \frac{\partial\varphi_2}{\partial t} \equiv E_2 = \frac{1}{2m_2}(\mathrm{grad}_2\varphi_2)^2 + F_2 + F_{21} + Q_2,$$

où Q_2 est le potentiel quantique $Q_2 = -(h^2/8\pi^2 m_2)(\Delta a_2/a_2)_{\vec{R}=\vec{R}_2}$. Le sens des autres symboles figurant dans (4) est évident. Précisons seulement que $F_{21}(\vec{r}_{12})$ est le potentiel représentant l'action du premier corpuscule sur le second et que l'on suppose toujours $F_{21}=F_{12}$. L'énergie E_2 n'est pas constante en général.

Passons maintenant au point de vue de l'espace de configuration où les coordonnées x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2 deviennent des variables indépendantes. Si nous admettons la validité de l'équation de Schrödinger pour l'onde Ψ dans l'espace de configuration, nous pouvons écrire l'équation de Jacobi au point $\vec{R}_1$, $\vec{R}_2$ de l'espace de configuration

$$(5) \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial t} \equiv E = \frac{1}{2m_1}(\mathrm{grad}_1\varphi)^2 + \frac{1}{2m_2}(\mathrm{grad}_2\varphi)^2 + F_1 + F_{12} + F_2 + Q,$$

où le potentiel quantique Q est donné par

$$(6) \qquad Q = -\frac{h^2}{8\pi^2}\left(\frac{1}{m_1}\frac{\Delta_1 a}{a} + \frac{1}{m_2}\frac{\Delta_2 a}{a}\right)_{\vec{R}_1,\vec{R}_2}.$$

Dans (5), $\varphi(\vec{R}_1, \vec{R}_2, t)$ est la phase de l'onde Ψ dans l'espace de configuration, $a(\vec{R}_1, \vec{R}_2, t)$ son amplitude; F_1, F_2 et F_{12} ont les mêmes significations que précédemment.

Du point de vue de la théorie de la double solution, la représentation du système dans l'espace physique à trois dimensions est la seule qui représente la réalité physique et la représentation dans l'espace de configuration est purement fictive. Mais, comme elles doivent être compatibles, il faut avoir

$$(7) \qquad m_1\vec{v}_1 = -\mathrm{grad}_1\varphi_1 = -\mathrm{grad}_1\varphi, \qquad m_2\vec{v}_2 = -\mathrm{grad}_2\varphi_2 = -\mathrm{grad}_2\varphi.$$

Or, d'après (1) et (2), ceci entraîne pour les phases les formes suivantes :

$$(8) \qquad \left\{\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l}\varphi_1(\vec{R}_1, \vec{r}_{12}, t) = \varphi_{11}(\vec{R}_1, t) + \varphi_{12}(\vec{r}_{12}, t) \\ \varphi_2(\vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = \varphi_{22}(\vec{R}_2, t) + \varphi_{21}(\vec{r}_{12}, t)\end{array}\right\} \varphi_{12}=\varphi_{21}, \\ \varphi(\vec{R}_1, \vec{R}_2, t) = \varphi_{11}(\vec{R}_1, t) + \varphi_{22}(\vec{R}_2, t) + \varphi_{12}(\vec{r}_{12}, t). \end{array}\right.$$

Ainsi se trouve précisée, même dans le cas général où il existe des champs extérieurs et des obstacles à la propagation des ondes, la forme générale des phases φ_1 et φ_2 des ondes individuelles (u ou Ψ) et de la phase φ de l'onde fictive Ψ dans l'espace de configuration.

D'autre part, les « forces quantiques » doivent avoir la même valeur qu'on les calcule dans l'espace ordinaire ou dans l'espace de configuration, ce qui nous donne les conditions

$$\text{(9)}\qquad \mathrm{grad}_1 Q_1 = \mathrm{grad}_1 Q, \qquad \mathrm{grad}_2 Q_2 = \mathrm{grad}_2 Q,$$

d'où, par application des formules (1) et (2) :

$$\text{(10)}\qquad \left\{\begin{array}{l} Q_1(\vec{R}_1, \vec{r}_{12}, t) = Q_{11}(\vec{R}_1, t) + Q_{12}(\vec{r}_{12}, t) \\ Q_2(\vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = Q_{22}(\vec{R}_2, t) + Q_{21}(\vec{r}_{12}, t) \\ Q(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = Q_{11}(\vec{R}_1, t) + Q_{22}(\vec{R}_1, t) + Q_{12}(\vec{r}_{12}, t). \end{array}\right. \quad Q_{12} = Q_{21},$$

Nous voyons ainsi que le passage de Q_1 et Q_2 à Q se fait comme en Mécanique classique le passage de E_1 et E_2 à E, c'est-à-dire en ne prenant qu'une fois le terme d'énergie mutuelle.

Maintenant, en comparant (3), (4) et (5) et en tenant compte de (8), on obtient

$$\text{(11)}\qquad E = E_1 + E_2 - F_{12} + Q - Q_1 - Q_2,$$

puis, d'après (10),

$$\text{(12)}\qquad E = E_1 + E_2 - F_{12} - Q_{12} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + F_1 + F_2 + F_{12} + Q_1 + Q_2 + Q_{12}.$$

La formule (12) paraît satisfaisante parce qu'elle traite symétriquement le potentiel ordinaire d'interaction F_{12} et le potentiel quantique d'interaction Q_{12} (1).

Le raisonnement précédent précise celui que nous avions donné en 1927. Il contient encore, du moins en apparence, une sorte de cercle vicieux parce que nous avons admis la validité de l'équation de Schrödinger dans l'espace de configuration au lieu de la démontrer. M. J. P. Vigier a évité cet inconvénient en démontrant que la validité de l'équation de Schrödinger dans l'espace de configuration découle de la conservation du flux de particules (2).

Ce que nous avons dit dans cette Note s'applique au cas des particules de

---

(1) On peut remarquer que, d'après les formules (8) et (10), φ_{12} et Q_{12} doivent dépendre des composantes du vecteur $\vec{r}_{12}$; mais il ne paraît pas nécessaire qu'elles dépendent seulement de la distance $|\vec{r}_{12}|$ des deux corpuscules.

(2) *Voir* J. P. Vigier, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1372.

nature différente ($m_1 \neq m_2$). Nous comptons étudier dans une prochaine communication le cas des particules de même nature qui est, on le sait, très important.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cyclisation indénique de colorants éthyléniques : colorants indaniques résultants*. Note (*) de MM. **Charles Dufraisse, André Étienne** et **Bernard Goffinet.**

Les colorants éthyléniques aminés, antérieurement décrits, ont été cyclisés par les acides en indènes, dont les structures sont fixées par synthèse à partir des indanones correspondantes. On établit, à cette occasion, l'influence désactivante d'un substituant aminé sur la cyclisation indénique. Deux des indènes se transforment en colorants indaniques bleus, par simple action des acides.

Quand on ajoute de l'acide sulfurique aux solutions acétiques des colorants résultant de la salification des alcools triaryl-1.1.3 allyliques aminés, I à V, il se produit, en dehors des changements réversibles de teintes, déjà signalés [1], des transformations, non réversibles, en produits formés par déshydratation des alcools. Ces produits sont de deux sortes : les uns monomoléculaires, les autres bimoléculaires. Les premiers, seuls, font l'objet de la présente Note.

a. Ce sont, comme nous allons le montrer, des indènes issus d'une cyclisation entre le carbone 3 de la chaîne allylique et l'un des aryles géminés en 1. On les obtient par chauffage au reflux des solutions acétiques, additionnées d'acide sulfurique à une teneur d'autant plus élevée que le carbinol est plus basique, c'est-à-dire qu'il porte un plus grand nombre de fonctions aminées.

On a ainsi préparé : à partir de II, le *p*-diméthylaminophényl-3 phényl-1 indène, VII, $C_{23}H_{21}N$, F_{inst} 104-105°; à partir de III, le *bis* (*p*-diméthylaminophényl)-1.3 indène, VIII, $C_{25}H_{26}N_2$, F_{inst} 110-111°; à partir de IV, le phényl-1 *p*-diméthylaminophényl-3 diméthylamino-6 indène, IX, $C_{25}H_{26}N_2$, F_{inst} 118-119°, et, à partir de V, le *bis* (*p*-diméthylaminophényl)-1.3 diméthylamino-6 indène, X, $C_{27}H_{31}N_3$, F_{inst} 149-150°. Il est à noter que le carbinol I n'a pas donné l'indène VI attendu, mais seulement un produit de doublement. D'autre part, les carbinols II et III, qui auraient dû fournir l'un et l'autre deux indènes, suivant celui des aryles géminés soumis à la cyclisation, n'en ont donné qu'un chacun. Les formules VII et VIII ont été attribuées à ces indènes en se basant sur l'hypothèse que la cyclisation devait se faire préférentiellement sur l'aryle simple, l'aryle aminé, en milieu acide, étant, au moins pour la majeure partie, sous la forme quinoïde d'un ion imonium, manifestement inapte à l'attaque cyclisante. Mais, même au cas où la cyclisation ne porterait

---

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) Ch. Dufraisse, A. Étienne, P. Barbiéri et B. Goffinet, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 22.

pas sur la fraction des molécules colorées, les deux autres états possibles de la fonction amine, l'état libre et l'état salifié en ion ammonium, ne seraient pas plus favorables à la réaction : le premier, ortho-para-directeur, interdirait le sommet 2 situé en méta par rapport à une fonction amine, et le second, en tant que méta-directeur, agirait comme désensibilisant général du noyau.

retournement de la formule

b. Ces transformations d'alcools triarylallyliques aminés se rattachent aux résultats déjà obtenus par Meyer et Schuster (2), Ziegler et ses collaborateurs (3), (4), (5), Straus et Ehrenstein (6), dans la production d'indène et de produit doublé par action des acides sur l'alcool triphényl-1.1.3 allylique (ou ses éthers méthylique ou éthylique). La structure indénique a été établie par Ziegler dans le cas du diphényl-1.3 indène, identifié au produit de déshydratation du diphényl-1.3 indanol-1.

A la rigueur, nous aurions pu nous en tenir à cette démonstration de Ziegler pour fixer la constitution de nos composés monomoléculaires, en concluant par analogie et en complétant par l'hypothèse énoncée plus haut. Celle-ci, pourtant, nous a semblé réclamer une justification directe; aussi avons-nous tenu à établir pour notre compte la réalité de la cyclisation

---

(2) *Ber.*, 55, 1922, p. 815.

(3) K. Ziegler et C. Ochs, *Ber.*, 55, 1922, p. 2257.

(4) K. Ziegler, H. Grabbe et F. Ulrich, *Ber.*, 57, 1924, p. 1983.

(5) K. Ziegler, K. Richter et B. Schnell, *A.*, 443, 1925, p. 161.

(6) *A.*, 442, 1925, p. 93.

indénique chez les corps aminés, en même temps qu'à prouver le bien-fondé de notre raisonnement sur la cyclisation préférentielle des corps II et III.

L'indanol XII, ou phényl-3 *p*-diméthylaminophényl-1 indanol-1, $C_{23}H_{23}ON$, F_{inst} 112-113°, a été obtenu par condensation du *p*-diméthylaminophényllithium sur la phényl-3 indanone-1, XVI, préparée selon Pfeiffer (7). Par déshydratation au moyen de l'acide acétique en présence d'une trace d'acide fort, à froid, on obtient l'indène VII dont la structure est ainsi établie.

L'indanol XIII, ou *bis*(*p*-diméthylaminophényl)-1.3 indanol-1, $C_{25}H_{28}ON_2$, F_{inst} 166-167°, a été obtenu par condensation du *p*-diméthylaminophényllithium sur la *p*-diméthylaminophényl-3 indanone-1, XVII. Cette indanone, $C_{17}H_{17}ON$, F_{inst} 131-132°, qui n'était pas décrite, a été préparée, à cette occasion, à partir de l'acide β-phényl β(*p*-diméthylaminophényl) propionique, XVIII, par action du chlorure de thionyle et cyclisation au chlorure d'aluminium (Oxime, $C_{17}H_{18}ON_2$, F_{inst} 165-166°). L'indanol XIII, déshydraté par l'acide acétique sulfurique à froid, nous a conduit à l'indène VIII.

Pour démontrer la formule de cet indène, il fallait encore prouver que l'acide XVIII se transformait en indanone par cyclisation préférentielle sur le phényle non substitué, en accord avec le raisonnement ci-dessus pour la cyclisation des alcools. Effectivement, en faisant réagir sur l'indanone (voir formule XVII *bis* obtenue par retournement de XVII), au lieu du lithien aminophénylé comme il vient d'être dit, le lithien phénylé simple, on obtient le *p*-diméthylaminophényl-3 phényl-1 indanol-1, XI, $C_{23}H_{23}ON$, F_{inst} 132-133°. Ce corps, déshydraté par l'acide sulfurique en solution acétique, ou mieux par le chlorure de zinc, donne l'indène VII, décrit plus haut, où la position de l'aryle aminé en substituant extérieur au squelette indénique ne laisse aucun doute. Par suite, la cyclisation indénique de l'acide XVIII a bien lieu préférentiellement sur l'aryle non substitué, en accord avec la base de notre hypothèse sur le comportement analogue des carbinols éthyléniques, ce qui entraîne, à son tour, la justification de VIII. Les formules VII et VIII étant ainsi reconnues correctes, c'est la démonstration, directe cette fois-ci, du bien fondé de ladite hypothèse.

Il reste cependant une petite incertitude concernant la structure de l'indène monoaminé, seul produit résultant de la déshydratation des indanols XI et XII, au lieu des deux indènes isomères VI et VII qui étaient à en attendre. Il nous semble néamoins que l'on peut se prononcer pour la formule VII, comme la plus stable en raison de l'attraction plus forte que doit exercer le substituant arylaminé sur la double liaison. Ainsi s'expliquerait également que nous n'ayons pas réussi à isomérer l'indène en question, pas plus par les acides que par les alcalis.

c. Les indènes aminés VII à X sont des corps incolores; mais dans l'acide

---

(7) P. Pfeiffer et H. L. de Waal, *A.*, 520, 1935, p. 185.

acétique, alors que VII et VIII ne donnent aucune coloration, IX et X développent une couleur bleu intense, stable avec le temps. Le phénomène s'explique facilement par l'interprétation qu'ont proposée Dufraisse, Lefrancq et Barbiéri ([8]) de l'halochromie des *bis* (aminoaryl) éthylènes dissymétriques $[>NC_6H_4]_2C=C<$: il se fixerait une molécule d'acide AH sur la double liaison, puis l'expulsion immédiate de l'ion négatif $A^{\ominus}$ formerait un ion coloré, XIV pour IX et XV pour X, donnant ainsi une halochromie se rattachant à celle de l'hydrol de Michler (partie en traits renforcés des formules XIV et XV).

Ce mécanisme, ne faisant pas intervenir dans la coloration le groupement $-C_6H_5$ ou $-C_6H_4N(CH_3)_2$ porté en 1, rend compte de la quasi-identité des colorations données par les deux indènes; la différence entre ces groupements du sommet 1 se manifeste seulement par une durée d'établissement de la coloration, qui est plus courte pour X que pour IX.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la répartition de l'urée dans les liquides de l'organisme après dialyse péritonéale.* Note de MM. **Léon Binet**, **Pierre Tanret** et M^lle **Madeleine Marquis**.

Nous avons montré précédemment ([1]) que si l'on administre à un animal de fortes quantités d'urée, la hausse de la concentration uréique dans l'eau du plasma, rapide en cas de perfusion intraveineuse, plus progressive en cas d'administration gastrique, se trouve notablement en avance sur celle qu'on observe dans les muscles. La diffusibilité de l'urée est loin d'être instantanée, et la répartition offre toujours des irrégularités de détail.

Inversement, nous allons montrer que la soustraction à l'organisme d'une certaine quantité d'urée est à même de *provoquer de semblables inégalités entre les concentrations uréiques des différents milieux.*

A cet effet nous avons utilisé la dialyse péritonéale, méthode aujourd'hui assez couramment employée en clinique humaine; elle consiste à irriguer la cavité péritonéale avec une solution dont la composition est très voisine de celle du plasma, en ce qui concerne les sels minéraux, et dont l'isotonie avec le plasma est assurée par l'addition de glucose. Grâce aux phénomènes de diffusion qui s'établissent entre le sang et le liquide péritonéal, à travers les parois vasculaires et les membranes péritonéales, le liquide d'irrigation se charge des cristalloïdes qui lui manquent, l'urée par exemple. Les quantités d'urée que l'on peut ainsi extraire varient d'ailleurs large-

([8]) *Rec. Trav. Chim. P. Bas.*, 69, 1950, p. 380.

([1]) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1387 et 233, 1951, p. 1536; *La Presse Médicale*, n° 27, 1952, p. 569-570.

ment, non seulement selon le débit de l'irrigation, mais d'un sujet à l'autre. C'est ainsi, par exemple, que chez le même malade dont le taux de l'urée sanguine variait entre 4,20 et 4,70 g, nous avons retiré par des dialyses de même durée (16 h environ) des quantités d'urée de 64, 22 et 58 g.

Les expériences qui font l'objet de ce travail ont porté sur des chiens atteints de néphrite uranique grave consécutive à l'injection de nitrate d'urane à la dose de 3 mg/kg de poids corporel. Les dialyses péritonéales, uniques ou répétées, ont été pratiquées aux environs du 10e jour; les irrigations ont été faites avec la solution dite de Abott et Shea, renfermant 20 g de glucose par litre. Elles ont duré de 4 à 6 h.

L'urée a été dosée dans le plasma et dans le muscle par la méthode au xanthydrol, immédiatement avant et après ces interventions. Les concentrations uréiques ont été rapportées, comme dans nos recherches antérieures, non pas au poids de plasma ou de tissu frais analysé, mais au poids d'eau contenue effectivement dans ces milieux, déterminée par le dosage de leur extrait sec.

Les quantités d'urée ainsi extraites par dialyse ont varié de 0,38 à 2,3 g/kg de poids corporel. Chaque fois, nous avons calculé la clearance uréique péritonéale, c'est-à-dire le volume de plasma dont l'épuration uréique correspondrait à la quantité d'urée extraite par minute en prenant pour taux de l'urée plasmatique, pendant la durée de la dialyse, la valeur moyenne entre le taux initial et le taux final de l'urée dans le plasma. A titre de comparaison, nous avons calculé la clearance uréique rénale des animaux en expérience avant qu'ils n'aient été intoxiqués, en nous basant sur les données fournies par H. W. Smith (*The Kidney*, Oxford University press. 1951, p. 543) qui la fixent, chez le Chien, aux environs de 50 cm^3/m^2 de surface corporelle et en calculant cette surface corporelle d'après la formule de Meehr, $S = KP^{2/3}$, où S est la surface en décimètres carrés, P le poids en kilogrammes et K une constante empirique dont la valeur, chez le Chien, est de 11,2.

On trouvera quelques-uns de nos résultats dans le tableau où figurent, en particulier, les valeurs extrêmes des clearances uréiques péritonéales que nous avons observées. Nous désignerons par δ la diminution de l'urée dans les milieux envisagés à la suite des dialyses péritonéales (D. P.) et par δ' la différence, positive ou négative, entre les concentrations uréiques du muscle et du plasma.

On peut constater les faits suivants :

1. La diminution δ de la concentration uréique après dialyse péritonéale est constamment plus marquée dans l'eau du plasma que dans celle des muscles. Le rapport δ dans le plasma/δ dans le muscle est dans l'ensemble de nos expériences voisin de 2.

TABLEAU.

Chiens n°	Nombre de jours après intoxication.		Concentrations uréiques dans l'eau du plasma.	du muscle.	δ'.	Rapport des concentrations uréiques plasma/muscle	Pourcentage de l'eau dans le plasma.	dans les muscles.	Poids initial de l'animal (kg).	Poids (*).	Durée des D. P. en minutes (**).	Clearance uréique du péritoine (cm³).	des reins normaux (cm³).
		Avant D. P.	4,80	4,71	−0,09	1	91,16	74,09					
6.	9ᵉ jour.	Après D. P.	2,77	3,62	+0,85	0,76	90,95	75,53	12,500	0,65	210	10,9	30,1
		δ	2,03	1,09	–	–	–	–					
		Avant D. P.	8,25	7,38	−0,87	1,12	90,73	76,66					
7.	9ᵉ jour.	Après D. P.	5,45	6,15	+0,70	0,88	90,78	75,93	13,200	0,75	365	3,9	32
		δ	2,80	1,23	–	–	–	–					
		Avant D. P.	6,00	6,11	+0,11	1	86,31	70,54					
8.	9ᵉ jour.	Après D. P.	4,82	5,64	+0,82	0,85	88,45	72,25	13	0,38	360	2,1	31
		δ	1,18	0,47	–	–	–	–					
		Avant D. P.	8,17	8,51	+0,34	0,96	91,80	76,31					
2.	10ᵉ jour.	Après D. P.	6,85	7,89	+1,04	0,87	90,31	75,72	12,700	2,30	390	7,8	30,5
		δ	1,32	0,62	–	–	–	–					
		Avant D. P.	3,62	3,61	0	1	91,89	74,52					
6.	11ᵉ jour.	Après D. P.	2,21	2,88	+0,67	0,769	90,63	75,20	12,500	0,40	345	8,25	30,1
		δ	1,41	0,73	–	–	–	–					
		Avant D. P.	7,75	7,70	−0,05	1	87,72	75,78					
9.	11ᵉ jour.	Après D. P.	6,17	6,79	+0,62	0,91	87,96	75,67	12,400	0,66	300	3,5	30
		δ	1,58	0,91	–	–	–	–					

(*) Poids d'urée extrait par kilogramme du sujet, le jour de l'expérience (g).

(**) Après écoulement de tout le liquide injecté dans le péritoine. Au cours de toutes ces dialyses péritonéales le poids des animaux est resté constant à ± 100 g près.

2. La différence δ' entre les concentrations uréiques de l'eau du muscle et du plasma, de sens variable avant dialyse, devient constamment positive après celle-ci. La concentration uréique du plasma est par rapport à celle du muscle dans des proportions comprises entre 0,75 et 0,90; les rapports les plus faibles concernant les cas où l'azotémie de l'animal était initialement la moins élevée.

3. Ces inégalités dans les répartitions de l'urée succèdent chez des animaux anuriques, à des extractions d'urée toujours bien inférieures à celles que les reins de l'animal auraient pu éliminer dans le même temps s'ils étaient restés normaux, à en juger par la comparaison des clearances uréiques péritonéales et rénales normales. Plus rapide que les processus physiques de diffusion, l'élimination aqueuse d'eau par le rein paraît susceptible d'empêcher des écarts importants de la concentration uréique dans les différents milieux de l'organisme.

Ainsi les nouvelles expériences que nous rapportons, poursuivies grâce à la technique de la dialyse péritonéale, nous permettent d'affirmer qu'il existe indiscutablement des variations du taux de l'urée entre les liquides plasmatiques et tissulaires liées à la vitesse propre de la diffusion de l'urée à travers les membranes vivantes.

ZOOLOGIE. — *Variation chez les Rotifères du genre* Brachionus. Note de M. **Paul de Beauchamp**.

Depuis ma précédente Note à ce sujet (¹), mes élevages poursuivis sur cultures d'Algues impures, ont mis en évidence quelques faits nouveaux concernant le facteur de production des épines que sécrètent les *Asplanchna* et dont la nature reste à élucider :

1. Il existe des races distinctes de *Brachionus pala* réagissant plus ou moins à ce facteur. Celle dont il a été question, que je désigne par la lettre *b*, donne constamment des « longs » et « très longs » en présence des *Asplanchna* ou de leurs extraits. J'ai mentionné aussi une autre souche, du Jardin du Luxembourg, *l*, qui ne fournit à leur contact que des « assez courts »; réaction d'ailleurs générale et constante aussi et qui n'est pas sans gêner l'ingestion des individus par les *Asplanchna* qui les saisissent toujours par derrière... Mais mes cultures de celle-ci ont péri en juillet quand la température du laboratoire est montée à 30°, tandis que les *b* subsistaient; leurs œufs durables ont éclos depuis à température plus basse et redonné des cultures réagissant comme avant (les *b* conservent aussi leur propriété à travers les œufs fécondés; ceux qui en éclosent sont toujours inermes, mais peuvent être induits immédiatement à produire des longs). Deux autres souches isolées en mars aux Bois de Boulogne et de Vincennes se comportent comme *l* aux différents points de vue; plusieurs autres ont été suivies moins longtemps ou n'ont pas prospéré sur la nourriture employée.

Il en résulte que les *pala* inermes presque constants l'hiver dans mes stations des parcs parisiens ne sont pas, au moins pas tous, l'origine des longs que l'on peut y observer l'été. Chose curieuse d'ailleurs, cette année je n'ai pu en trouver dans celles-ci, où les planctons d'été ne renfermaient que quelques individus isolés, inermes et courts (pas d'*Asplanchna brightwelli* non plus, sauf quelques jours au Luxembourg à un moment où il n'y avait pas de *pala*). Mais deux de ceux-ci, du Bois de Boulogne et du Luxembourg encore, ont fourni des cultures donnant des épines longues avec les *Asplanchna*, peut-être un peu moins que *b*; l'une de ces souches

(¹) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 573.

se rapproche de la variété *dorcas* Gosse à épines nucales médianes longues et courbées, caractère qui s'atténue d'ailleurs en culture....

2. Le facteur n'est pas produit exclusivement par les *Asplanchna brightwelli* ♀ dont j'entretiens une souche; j'ai obtenu une réaction quoique moins intense avec leurs ♂ dépourvus de tube digestif et avec leurs œufs durables broyés, une faible aussi avec des *Asplanchna girodi* de Guerne et *priodonta* Gosse qui ne sont pas capables d'ingérer de gros Rotifères (une espèce carnassière mais non pélagique, *Eosphora naïas* Ehrbg., n'a rien donné). Un extrait des Brachions longs eux-mêmes, préparé comme celui des *Asplanchna*, n'a aucune action sur les inermes, qui, d'ailleurs, peuvent coexister avec eux.

3. Comme je l'avais laissé prévoir aussi, un facteur de production des épines peut exister en dehors des *Asplanchna*; dans mes cultures *b* au cours de cette année, j'ai vu apparaître à diverses reprises, en plus ou moins grand nombre, des individus plus ou moins longs mélangés aux courts et inermes; l'aspect reste fort différent de celui des lots avec *Asplanchna*, où tout est long au bout de quelques jours, il évoque plutôt celui des lots où celles-ci ont disparu et où l'atrophie des épines se produit de façon fort lente et irrégulière : si le facteur est le même, il est à plus faible dose.... Je n'ai pu encore découvrir la cause de cette variation spontanée; elle ne se produit pas à la fois dans les tubes de même origine et alimentés des mêmes cultures d'Algues et dans chacun peut montrer une certaine périodicité, l'allongement (moyen) étant suivi d'un raccourcissement, puis d'un nouvel allongement en quelques semaines.... Bien entendu, les expériences se font sur des stocks sans longs et avec témoins. Les échanges de milieu entre des populations de types différents donnent des résultats peu nets : il y a à la fois une certaine action de celui-ci et une certaine hérédité, avec grosse différence de sensibilité individuelle à élucider quand les cultures seront faites en milieu mieux défini. Les souches qui ne donnent pas de longs ont, néanmoins, une certaine variation spontanée, bien entendu moins frappante.

En somme, ces dernières observations, confirmant l'action du facteur produit par les *Asplanchna*, montrent l'existence de nombreuses races réagissant plus ou moins, celles qui le font le moins paraissant des formes d'hiver distinctes des formes d'été. Un facteur plus dilué ou différent peut apparaître indépendamment, mais les individus de même provenance au même instant y sont très inégalement sensibles.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome 230 des *Comptes rendus* (1[er] semestre 1950) est en distribution au Secrétariat et dépose sur le Bureau le tome VIII des *Œuvres de Henri Poincaré*, publié sous les

auspices de l'Académie par la Section de Géométrie, avec la collaboration de Pierre Sémirot.

M. **René Garnier** fait hommage à l'Académie du Tome III : *Intégrales simples, multiples et curvilignes*, de la deuxième édition, revue et augmentée, de son *Cours de mathématiques générales* (*Analyse et Géométrie*).

Les Ouvrages suivants sont présentés :

par M. **Roger Heim** : *Le tapis végétal dans ses rapports avec les phénomènes actuels de surface en Basse-Provence* (*de Cassis à Bandol*), par Georges Kuhnholtz-Lordat;

par M. **Louis Fage** : *Faune des nids et des terriers en Basse Côte-d'Ivoire*, par Claude Delamare-Deboutteville et Renaud Paulian.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

M. **Maurice de Broglie** est élu vice-président pour l'année 1953 par la majorité absolue des suffrages exprimés.

MM. **Émile Borel** et **Gabriel Bertrand** sont réélus Membres des Commissions administratives par la majorité absolue des suffrages exprimés.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Bernard Lyot*, décédé.

Le nombre des votants étant 71, le scrutin donne les résultats suivants :

	1er tour	2e tour
	Nombre de suffrages.	
M. Jules Baillaud	33	39
M. Lucien d'Azambuja	18	27
M. Henri Mineur	11	2
M. Fernand Baldet	5	1
M. André Couder	2	–
M. Pierre Auger	2	–
Bulletins blancs	–	2

M. **Jules Baillaud**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Gouvernement de la République.

DÉSIGNATIONS.

M. **Joseph Pérès** est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration d'un Médaillon à l'effigie de **Guido Castelnuovo**, dans le Salon des séances de l'Académie des « Lincei », à Rome, le 13 décembre 1952.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation Nationale** annonce la prochaine ouverture d'une exposition publique sur les activités en Terre Adélie et au Groënland des **Expéditions polaires françaises**.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Le Cent-cinquantième anniversaire de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale et les problèmes actuels de l'Économie française*, 1801-1951.

2° Société médicale de Vals. *Journées du Diabète. Vals-les-Bains*, 14-18 *septembre* 1952. *Rapports*.

3° Id. *Le diabète et les eaux de Vals*. Plaquette éditée à l'occasion des Journées du Diabète, par les soins de la Société générale des Eaux minérales de Vals-Saint-Jean.

4° National Academy of sciences. National Research Council (Washington). *Development of international cooperation in science*. A Symposium held in conjunction with the Third Annual Meeting of the executive Board International Council of Scientific Unions. October 18, 1951, Washington.

5° Commissie voor Hydrologisch Onderzoek T. N. O. (La Haye). *Verslagen technische bijeenkomsten* (*Comptes rendus des sessions techniques*), 1-6.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les congruences du deuxième degré dans les corps algébriques*. Note (*) de M. **Eckford Cohen**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Dans une Note (1) antérieure l'auteur a formulé un principe qui s'applique à la détermination du nombre des solutions d'une congruence dans un corps de nombres algébriques. L'objet de la présente Note est de donner une application de cette loi aux congruences quadratiques par rapport à un idéal impair.

Soit F une extension finie du corps rationnel, et soit A un idéal impair

(*) Séance du 10 novembre 1952.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 787.

entier de F, qui possède la décomposition $A = P_1^{\lambda_1}\dots P_h^{\lambda_h}$, en produit de puissances d'idéaux premiers, $P_1, \dots, P_h$. Soit ρ un entier quelconque de F et soit $\alpha_1, \dots, \alpha_s$ des entiers de F premiers à A. Si l'on désigne par $\Psi_s(\rho, A)$ le nombre des solutions de la congruence

$$(1) \qquad \rho \equiv \alpha_1\xi_1^2 + \dots + \alpha_s\xi_s^2 \quad (\text{mod } A),$$

il suit aisément que $\Psi_s(\rho, A) = \Psi_s(\rho, P_1^{\lambda_1})\dots\Psi_s(\rho, P_h^{\lambda_h})$. Donc il suffit de déterminer $\Psi_s(\rho, P^\lambda) = \Psi_s(\rho)$, c'est-à-dire, le nombre des solutions de

$$(2) \qquad \rho \equiv \alpha_1\xi_1^2 + \dots + \alpha_s\xi_s^2 \quad (\text{mod } P^\lambda;\ P \text{ premier, impair}).$$

Soit P de degré f, $NP = p^f$, et soit t le plus grand entier $\leq \lambda$ tel que $\rho \equiv 0 \pmod{P^t}$. On peut donc supposer que ρ est de la forme $\rho = \theta^t\mu$, où $\theta \equiv 0 \pmod{P}$, $\theta \not\equiv 0 \pmod{P^2}$, $(\mu, P) = 1$.

Nous nous bornons dans cette Note à l'énoncé des théorèmes principaux concernant la fonction Ψ_s; les démonstrations de ces résultats vont paraître dans un travail plus détaillé ([2]). Avant d'énoncer nos théorèmes, il faut introduire quelques notations. Posons

$$s = \begin{cases} 2m & (s \text{ pair}), \\ 2m+1 & (s \text{ impair}), \end{cases} \qquad t = \begin{cases} 2g & (t \text{ pair}), \\ 2g+1 & (t \text{ impair}); \end{cases}$$

$$\sigma = \left(\frac{(-1)^m\alpha_1\dots\alpha_s}{P}\right), \qquad \tau = \left(\frac{\mu}{P}\right)\sigma,$$

où les parenthèses indiquent le symbole de Legendre dans F;

$$L(t) = \begin{cases} 1 & (t \text{ impair}, \lambda > t), \\ 0 & (\text{dans le cas contraire}), \end{cases} \qquad L'(t) = \begin{cases} 1 & (t \text{ pair}, \lambda > t), \\ 0 & (\text{dans le cas contraire}); \end{cases}$$

$$\Gamma(t) = (1 - p^f)\left(\frac{1 - \sigma^t p^{ft(1-m)}}{1 - \sigma p^{f(1-m)}}\right), \qquad \Lambda(g) = (1 - p^f)\left(\frac{1 - p^{fg(2m-1)}}{1 - p^{f(2m-1)}}\right).$$

Posons, en outre, $\nu = \sigma p^{f(2m\lambda - \lambda - m)}$ et $\omega = p^{f(2m\lambda - 2gm + g)}$. Dans le cas où $s = 2m$, on a :

THÉORÈME 1. — *Si $m > 1$,*

$$(3) \qquad \Psi_{2m}(\rho) = p^{f\lambda(2m-1)} - \nu\{\Gamma(t) + \eta(t)p^{ft(1-m)}\},$$

où $\eta(t) = \sigma^t$ (ou 0) si $0 \leq t < \lambda$ (resp. $t = \lambda$);

$$(4) \qquad \Psi_2(\rho) = p^{f\lambda} + p^{f\lambda - 1}\{(p^f - 1)\chi(\sigma, t) - \sigma\eta(t)\},$$

où $\chi(\sigma, t) = t$, 0, ou -1, suivant que $\sigma = 1$, $\sigma = -1$ (t pair), ou $\sigma = -1$ (t impair).

De même on peut démontrer

THÉORÈME 2. — *Pour tout $m \geq 1$,*

$$(5) \qquad \Psi_{2m+1}(\rho) = p^{2m\lambda f} - \omega\{p^{-f}\Lambda(g) + p^{-2mf}L(t) - p^{-mf}\tau L'(t)\}.$$

([2]) *Congruence representations in algebraic number fields* (à paraître dans les *Transactions of the American Mathematical Society*).

Ces deux théorèmes se déduisent du principe mentionné ci-dessus avec l'aide des généralisations algébriques des sommes de Gauss et de Ramanujan. Au moyen du théorème 2, on peut vérifier que tout entier ρ est représentable par une somme de trois carrés,

$$\rho \equiv \alpha_1\xi_1^2 + \alpha_2\xi_2^2 + \alpha_3\xi_3^2 \qquad (\text{mod}\, A),$$

où A est un idéal impair quelconque et $(\alpha_1, A) = (\alpha_2, A) = (\alpha_3, A) = 1$.

Remarque. — Si l'on suppose F rationnel, on peut déduire de ce qui précède quelques résultats pour les congruences ordinaires, en posant $f = 1$, $P = p$ et $\rho = p^t\mu$ dans (3), (4), (5), avec $0 < \rho \leqq p^\lambda$, $(\mu, p) = 1$.

ALGÈBRE. — *Sur les vecteurs dérivés des quasi-groupes unis.*

Note de Mlle **Hélène Popova**, présentée par M. Paul Montel.

Un quasi-groupe Q est uni s'il est simple et n'a pas de sous-quasi-groupes autres que lui-même.

Soit $Q = (1, 2, \ldots, n)$ un quasi-groupe uni d'ordre fini n. Sa logarithmétique L_Q peut être représentée par un ensemble de vecteurs $\{1^x, 2^x, \ldots, n^x\}$ où x est n'importe quelle puissance non associative. Dans une Commuication antérieure [1], les éléments de L_Q ont été nommés *quasi-nombres*, la somme de deux quasi-nombres $\alpha = \{a_1, \ldots, a_n\}$ et $\beta\{b_1, \ldots, b_n\}$ a été définie par $\alpha + \beta = \{a_1 b_1, \ldots, a_n b_n\}$, et il a été montré que l'ordre de L_Q est une puissance de n, $N = n^k$. Considérons les sous-vecteurs de L_Q.

Théorème 1. — *L'ensemble* L' *de tous les sous-vecteurs* $\{1^x, \ldots, r^x\}$ *de quasi-nombres* $\{1^x, \ldots, r^x, \ldots, n^x\}$ *de* L_Q, *où x est une puissance non associative, est un quasi-groupe par rapport à l'addition. L'ordre de* L' *est une puissance de n.*

En effet, puisque L_Q est un quasi-groupe par rapport à l'addition, il en découle immédiatement que L' est aussi un quasi-groupe par rapport à l'addition. Le fait que l'ordre de L' est une puissance de n, résulte immédiatement de nos résultats antérieurs [2].

Le quasi-groupe qui se compose de toutes les puissances non associatives $\{1^x, \ldots, r^x\}$ d'un vecteur $\{1, \ldots, r\}$ sera appelé *quasi-groupe engendré* par $\{1, \ldots, r\}$.

Nous appellerons le sous-vecteur $\{1, 2, \ldots, r\}$ d'un vecteur $\{1, 2, \ldots, n\}$ de L_Q, *vecteur dérivé* de Q s'il engendre un quasi-groupe d'ordre n.

Théorème 2. — *Si* Q *est un quasi-groupe uni d'ordre n, et si* $Q_n(+)$ *est un quasi-groupe engendré par un vecteur dérivé de* Q, $Q_n(+)$ *est isomorphe à* Q.

En effet, soit $\{1, 2, \ldots, m\}$ le vecteur dérivé. Puisque Q est uni, 1 engendre Q,

---

[1] H. Popova, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1936.

[2] Lemme 2, Théorèmes 8 et 9 (*Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1936).

et les vecteurs de Q_n sont de la forme

$$\{1, \ldots\}, \quad \{2, \ldots\}, \quad \ldots, \quad \{n, \ldots\}.$$

En conséquence, il résulte de la définition de l'opération $(+)$ ci-dessus, que $i \rightleftharpoons \{i, \ldots\}$ est un isomorphisme, et que $Q_n \cong Q$.

LEMME. — *Si* $\{1, 2, \ldots, m, r\}$ *est un vecteur dérivé de* Q, *il s'ensuit que les vecteurs* $\{1, 2, \ldots, m\}, \ldots, \{1, 2\}$ *sont aussi des vecteurs dérivés de* Q.

Le nombre maximum d'éléments distincts de Q *capables de former un vecteur dérivé de* Q *sera appelé la portée de* Q *et désigné par* r.

THÉORÈME 3. — *Si* r *est la portée d'un quasi-groupe uni* Q, *tous les vecteurs dérivés de rang* $r\{1^x, \ldots, r^x\}$, *où* x *parcourt toutes les puissances non-associatives, peuvent être rassemblés en* n/r *classes deux à deux disjointes; chaque classe se compose de* r *vecteurs. Les vecteurs appartenant à deux classes distinctes n'ont aucun élément commun et les vecteurs appartenant à la même classe sont formés à partir de* r *permutations distinctes (les répétitions étant interdites) des mêmes* r *éléments.*

Puisque, d'après le théorème 1, le quasi-groupe Q_n engendré par $\{1, 2, \ldots, r\}$ est isomorphe à Q, les vecteurs de Q_n sont de la forme

$$(L') \qquad \{1, 2, \ldots, r\}, \quad \{2, d_{22}, \ldots, d_{2r}\}, \quad \ldots, \quad \{n, d_{n2}, \ldots, d_{nr}\}.$$

Leur matrice peut être écrite

$$L_r = \begin{bmatrix} 1 & 2 & i & r & r+1 & & n-k & & n \\ 2 & d_{22} & d_{i2} & d_{r2} & d_{r+1,2} & \ldots & d_{n-k,2} & \ldots & d_{n2} \\ . & \ldots & . . & \ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ r & d_{2r} & d_{ir} & d_{rr} & d_{r+1,r} & & d_{n-k,r} & & d_{nr} \end{bmatrix},$$

Considérons les vecteurs $\{1, 2, \ldots, r\}, \ldots, \{r, d_{r2}, \ldots, d_{rr}\}$ et soit, par exemple, d_{i2} distinct de $1, 2, \ldots, r$. On peut alors montrer que le vecteur $\{1, \ldots, i, i, di_2, i+1, \ldots, r\}$ engendre un quasi-groupe d'ordre n, et par suite qu'il en est de même du vecteur $\{1, \ldots, i, d_{i2}, i+1, \ldots, r\}$, cela contredit la définition de la portée du quasi-groupe. Donc d_{i2} est un des éléments $1, 2, \ldots, r$.

Puisque le vecteur $\{i, d_{i2}, \ldots, d_{ir}\}$ engendre Q_n, il existe une puissance non associative x pour laquelle $\{i^x, d_{i2}^x, \ldots, d_{ir}^x\} = \{1, 2, \ldots, r\}$. Par suite $i, \ldots, d_{ir(i=1,\ldots,n)}$ sont tous distincts. D'autre part, puisque Q est uni, chaque ligne de L_r contient n éléments distincts de Q, et par suite, les éléments j, $dr_j, \ldots, dn_{j(j=1,\ldots,r)}$ sont tous distincts. Donc les r premières colonnes de L_r forment un carré latin des éléments $1, 2, \ldots, r$. Les éléments du vecteur $\{r+1, \ldots, d_{r+1,r}\}$ sont tous distincts de $1, 2, \ldots, r$. Par analogie avec ce qui a été montré plus haut, on peut établir que les r colonnes suivantes de L_r peuvent être disposées de façon à former un carré latin des éléments $r+1, \ldots, d_{r+1,r}$, etc. Procédant de façon analogue nous rassemblons les

éléments de Q en classes deux à deux disjointes

$$(1, 2, \ldots, r), \quad (r+1, \ldots, 2r), \quad \ldots, \quad (n-k, \ldots, n),$$

Chacune de ces classes forme r vecteurs dérivés engendrant Q_n. Comme ci-dessus les éléments du vecteur $\{n-k, \ldots, n\}$ sont tous distincts et doivent être distincts de $1, 2, \ldots, n-k-1$, ce qui n'est possible que si $k=r$. Il s'ensuit que n est un multiple de r.

Corollaire 1. — *Si le quasi-groupe uni Q est de portée r et d'ordre n, n est un multiple de r, et tous les éléments de Q peuvent être rassemblés en n/r classes, deux à deux disjointes, chacune d'elles consistant en r éléments qui forment des vecteurs dérivés de* Q.

Corollaire 2. — *L'ordre de la logarithmétique d'un quasi-groupe uni d'ordre n et de portée r, ne peut être plus grand que* $n^{n/r}$.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Quelques remarques sur les processus stochastiques. Le processus stochastique dans une population.* Note (*) de M. **Matthias Matschinski**, présentée par M. Émile Borel.

Dans la présente Note l'auteur établit quelques conditions relatives aux processus stochastiques et les équations générales (✶) de ces processus, en se basant uniquement sur la définition classique de la probabilité, rapport entre le nombre des cas « favorables » et le nombre de « tous » les cas.

1. Considérons la « probabilité » $W(x_i;\ \xi_i)$ d'un état « postérieur » x_i « succédant » à un état « antérieur » ξ_i; les états sont caractérisés par une variable x (ou ξ) ou par plusieurs variables $x_1, x_2 \ldots$ (ou $\xi_1, \xi_2 \ldots$) qui peuvent être les coordonnées, le temps ou d'autres indices, plus ou moins arbitraires. Par définition de la probabilité, on a (A) : $W(x_1, x_2, \ldots, x_{k-1};\ \xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{k-1}) = N\int_{V_k}\ldots\int_{V_k} W(x_1, x_2, \ldots, x_{k-1}, x_k;\ \xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{k-1}, \xi_k)\, dx_k\, d\xi_k$, où N un multiplicateur ne dépendant que de la grandeur v_k, domaine des états considérés. C'est pourquoi, si l'état est déterminé par n variables, on peut parler de la probabilité *différentielle* : $W(x_1, x_2, \ldots, x_n;\ \xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ et des probabilités *intégrales* ou *moyennes* : $W(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1};\ \xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{n-1}), \ldots,$ $W(x_1, x_2, \ldots, x_{n-m};\ \xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{n-m}), \ldots,$ $W(x_1, x_2, x_3;\ \xi_1, \xi_2, \varsigma_3)$, $W(x_1, x_2;\ \xi_1, \xi_2)$, $W(x;\ \xi)$. Commençons par cette dernière.

2. La probabilité $W(x;\ \xi)$ doit évidemment satisfaire à l'équation (B) : $W(x;\ \xi) = W(x;\ r).W(r;\ \xi)$ qui n'est qu'un corrolaire très simple du théorème de multiplication des probabilités. Cette équation peut être également considérée comme l'équation de Chapman-Kolmogoroff dégénérée.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

D'autre part, par définition de la probabilité : $W(x; \xi) = Q(x) : Q(\xi)$. Les grandeurs Q sont les « nombres des cas » de la définition; ils sont finis, quoique très grands, pour les sciences concrètes, et ils tendent vers l'infini dans les modèles des sciences théoriques où l'on considère des séries infinies de cas ou même un continuum. La condition nécessaire d'existence de la probabilité $W(x; \xi)$ est que les grandeurs Q soient de la forme : $Q(x) = \omega . q(x)$, $Q(\xi) = \omega . q(\xi)$ où ω est la seule grandeur tendant vers l'infini, tandis que $q(x)$, $q(\xi)$ — les « nombres relatifs des cas » — sont essentiellement finis. Par définition q est représentée par la fonction unique; seuls les arguments diffèrent dans $q(x)$ et $q(\xi)$. La forme (C) : $W(x; \xi) = q(x) : q(\xi)$ est primordiale, elle satisfait à l'équation (B), d'où résulte le théorème suivant : I. *Seules les solutions de* (B) *ayant la forme* (C) *représentent les processus stochastiques.* La probabilité d'un état de n'importe quel processus stochastique satisfait toujours à l'équation (B); mais, si la solution de (B) ayant la forme (C) est trouvée, elle ne représente rien.

3. Voici un exemple. Soit v une population, dont les membres sont caractérisés par leur « état » : l'âge t. Soit $q(t)$ [égal en ce cas à $Q(t)$] le nombre des membres ayant l'âge t définit à une unité près. La probabilité du processus stochastique $W(t, \tau)$, probabilité pour un individuum de l'âge τ de survivre jusqu'à l'âge t, est par définition (D) : $W(t; \tau) = q(t) : q(\tau)$; elle satisfait nécessairement à l'équation dégénérée de Chapman-Kolmogoroff (B). Mais si l'on trouve une solution de (B) n'ayant pas la forme (D), cette solution n'a pas de sens, elle ne décrit aucune survivance, elle ne détermine aucun processus stochastique dans la population considérée. Pour cette raison il est vain de s'efforcer à résoudre l'équation (B); si l'on obtient la solution rentrant dans (D), cette solution a été toujours donnée d'avance; si l'on obtient la solution sortant des cadres de (D), elle est fausse du point de vue de la théorie de la probabilité.

4. Considérons maintenant $W(x, y; \xi, \eta)$ la probabilité différentielle de l'état dans un processus déterminé par deux variables ou la probabilité moyenne dépendant de deux variables dans un processus déterminé par plus de deux variables. Soit $W(x, y; \xi, \eta)(dy/v_y)$ la probabilité correspondant aux états entre y et $y + dy$; v_y est le « domaine » de la variable (*voir* § 2). A l'aide des théorèmes d'addition et de multiplication on obtient facilement l'équation Chapman-Kolmogoroff dans sa forme normale, non degénérée (E) : $W(x, y; \xi, \eta) = \int_{v_s} W(x, y; r, s)\, W(r, s; \xi, \eta)(ds/v_s)$; chaque $W(x, y; \xi, \eta)$ de la théorie de la probabilité doit y satisfaire. Or, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, la fonction $W(x, y; \xi, \eta)$ est par définition $W(x, y; \xi, \eta) = Q(x, y) : Q(\xi, \eta)$, où Q sont de nouveau les « nombres des cas » (« les nombres des membres de la population », *voir* § 3). Si les grandeurs $Q(x, y)$ et $Q(\xi, \eta)$ ne sont pas finies, on introduit, comme on a fait

dans le paragraphe 2, les auxiliaires : $q(x,y)=Q(x,y):\omega$ et $q(\xi,\eta)=Q(\xi,\eta):\omega$. On trouve (F) : $W(x,y;\xi,\eta)=q(x,y):q(\xi,\eta)$ où les grandeurs $q(x,y)$ et $q(\xi,\eta)$ sont essentiellement finies. Pour la fonction q, la remarque du paragraphe 2 est également valable. Cette forme (F) est primordiale et il existe le théorème : II. *Seules les solutions de* (E) *ayant les formes* (F) *décrivent les processus stochastiques: toutes les autres solutions n'ont aucun sens probabiliste.*

5. Mais, si pour des états dépendant d'une seule variable, chaque fonction q, soumise à certaines conditions, décrit un processus stochastique possible, ce n'est pas le cas, pour des états dépendant de plusieurs variables. En effet, se limitant aux domaines v finis (le cas des domaines infinis nécessite un calcul spécial) et intercalant (F) dans (A), on trouve

$$(\star)\qquad \int_v q(x,y)\,dx\int_v\frac{dx}{q(x,y)}=\frac{1}{N},\qquad \int_v q(x,y)\,dy\int_v\frac{dy}{q(x,y)}=\frac{1}{N},$$

équations générales des processus stochastiques pour les états dépendant de deux variables. Enfin, pour n variables $W(x_i;\xi_i)=q(x_i):q(\xi_i)$, on a 2^n-2 équations :

$$\int_v\cdots\int_v q(x_i)\prod_k dx_i k\int_v\cdots\int_v\frac{\prod_k dx_i}{q(x_i)}=\frac{1}{N_k};$$

p. ex. : pour $n=3$, on a

$$\int_v q(x_i)\,dx_k\int_v\frac{dx_k}{q(x_i)}=\frac{1}{N_1},\qquad \ldots,$$

$$\int_v\cdots\int_v q(x_i)\,dx_k\,dx_m\int_v\cdots\int_v\frac{dx_k\,dx_m}{q(x_i)}=\frac{1}{N_2},\qquad \ldots.$$

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur une classe de fonctions aléatoires.* Note de M. **Georges Morlat**, présentée par M. Émile Borel.

Dans une Note récente [1] nous avons introduit des processus stochastiques (répartitions d'événements sur la droite) que nous désignerons désormais par « processus A 1 »,

Nous définirons un « processus A 2 » de la façon suivante : étant données deux fonctions de répartition, $F(u)$ et $G(v)$, on construira une fonction $x(t)$ prenant par intervalles, et alternativement, les valeurs 1 et 0, les intervalles sur lesquels $x(t)=1$ [resp. $x(t)=0$] ayant pour loi de probabilité $F(u)$ [(resp. $G(v)$]; de plus, les intervalles successifs sont stochastiquement indépendants. Un processus A 2 est une fonction aléatoire variant par sauts

---

[1] *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 933.

alternativement croissants et décroissants. Remarquons que la répartition de chaque espèce de sauts constitue un processus A 1.

Les processus A 2 pourront trouver des applications directes dans l'étude des pannes de fonctionnement d'un appareil [les intervalles U dans lesquels $x(t)=1$ représentant les durées de fonctionnement et les intervalles V dans lesquels $x(t)=0$ représentant les durées d'indisponibilité]. Il pourra être commode d'envisager en particulier des processus A 2 poissonniens, c'est-à-dire définis par des fonctions de répartition $F(u)$ et $G(v)$ telles que la répartition de $U+V$ soit une demi-loi de Laplace. On obtient un tel résultat en prenant par exemple pour F et G des lois III de Pearson dont la somme des indices égale l'unité : la répartition des débuts de pannes est alors poissonnienne.

Cette Note a pour but de montrer comment les processus A 2 permettent de construire une classe de fonctions aléatoires douée de propriétés intéressantes.

La fonction $x(t)$ étant un processus A 2 défini par deux variables aléatoires U et V, nous appellerons « processus réduit associé à $x(t)$ » la fonction

$$\xi(t)=\frac{x(t)-p}{\sqrt{p(1-p)}} \qquad \text{en posant} \qquad p=\frac{E(U)}{E(U)+E(V)}.$$

Envisageons maintenant n réalisations indépendantes de $\xi(t)$, soient

$$\xi_1(t), \quad \xi_2(t), \quad \ldots, \quad \xi_n(t)$$

et considérons la fonction aléatoire

$$\Xi_n(t)=\frac{\xi_1(t)+\xi_2(t)+\ldots+\xi_n(t)}{\sqrt{n}}.$$

Si l'on fait croître n indéfiniment, la fonction aléatoire $\Xi_n(t)$ a pour limite une fonction aléatoire $\Xi(t)$ dont nous nous bornerons à énumérer quelques propriétés.

La valeur de la fonction $\Xi(t)$, à un instant fixé quelconque, est une variable aléatoire normale, de moyenne nulle, d'écart type unité.

Il y a une probabilité égale à 1 que $\Xi(t)$ soit continue pour toute valeur de t.

La covariance de $\Xi(t)$ est toujours positive et peut s'écrire

$$\rho(h)=E[\Xi(t)\,\Xi(t+h)]=\operatorname{cov}[\xi(t)]=\frac{P(h)-p^2}{p(1-p)}$$

avec

$$P(h)=\text{Prob}\,\{\xi(t)=1) \qquad \text{et} \qquad \xi(t+h)=1\}.$$

On a d'ailleurs

$$(1) \qquad P(h)=p\,\{p_0(h)+p_1(h)+\ldots+p_n(h)+\ldots\}$$

la série $\sum_n p_n(h)$ étant toujours convergente, ses termes ayant pour expressions

$$p_0(h) = \frac{1}{u}\int_h^{\infty} (u-h)\, dF(u),$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$

$$p_n(h) = \int_0^h \frac{1-F(u_1)}{u}\, du_1 \int_0^{h-u_1} dG(v_1) \int_0^{h-u_1-v_1} dF(u_2)$$
$$\times \int \cdot\cdot \int_0^{h-u_1-\dots-u_n} dG(v_n) \int_{h-u_1\dots-u_n-v_n}^{\infty} dF(u_{n+1}),$$

$p_n(h)$ est la probabilité que, $x(t)$ étant égal à 1, $x(t+h)$ soit encore égal à 1 avec, entre t et $t+h$, n intervalles exactement dans lesquels la fonction x s'annule.

Dans le cas particulier où le processus A2 de départ est un processus doublement laplacien symétrique, nous entendons par là que les lois $F(u)$ et $G(v)$ qui le définissent sont des demi-premières lois de Laplace de même valeur moyenne, alors on trouve que la covariance se réduit à

$$\rho(h) = 2\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n)!}\left(\frac{h}{\tau}\right)^{2n} e^{-\frac{h}{\tau}} - 1 = e^{-2\frac{h}{\tau}}.$$

La fonction $\Xi(t)$ qui dérive de ce processus est donc une chaîne normale simple.

Dans le cas général, on montre sans peine que la partie principale de $\rho(h)$, pour h petit, est obtenue en conservant seulement le premier terme de la série (1), soit

$$\rho(h) \sim \frac{\displaystyle\int_h^{\infty} (u-h)\, dF(u)}{u(1-p)} - \frac{p}{1-p},$$

et l'on en déduit que $(d\rho/dh)_{h=0} = -[1/Tp(1-p)]$ $[T = E(U) + E(V)]$ ce qui montre qu'une fonction de la classe $\Xi(t)$ que nous avons définie ne saurait être dérivable en aucun cas ([2]).

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Étude expérimentale d'un écoulement radial de fluide visqueux entre deux plans parallèles.* Note (*) de M. **Raymond Comolet**, présentée par M. Joseph Pérès.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons établi moyennant certaines

---

([2]) *Voir* J. Bass, *Les méthodes modernes du Calcul des Probabilités*, Chap. 8.

(*) Séance du 17 novembre 1952.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1190.

hypothèses simples, la formule théorique suivante :

$$(1)\qquad M : \frac{\pi d^3}{6\mu}\,\frac{n}{n+1}\,\frac{P_1^2}{rT_0}\,\alpha^2\left(1-\frac{1}{\alpha^{\frac{n+1}{n}}}\right)\frac{1}{\operatorname{Log}\frac{r_1}{r_2}}$$

pour le débit.

La comparaison avec les faits expérimentaux implique les démarches suivantes :

1° *Détermination de n.*

Nous avons utilisé un débitmètre associé à un micromanomètre de précision dont l'indication h est proportionnelle au débit M à mesurer. Dans une série d'expériences où seule la pression amont varie nous pouvons écrire :

$$h = K\,\frac{n}{n+1}\left(\alpha^2-\alpha^{1-\frac{1}{n}}\right);$$

K est un coefficient numérique.

En appelant z la dérivée de h par rapport à α, et z_1 la valeur de z pour $\alpha = 1$, nous avons

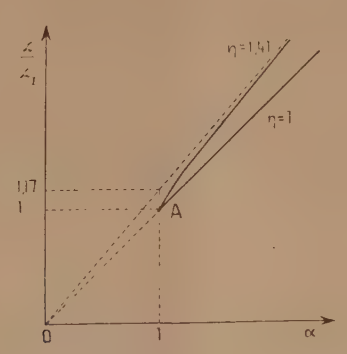
$$\frac{z}{z_1} = \frac{2\alpha n}{n+1}\left(1-\frac{n-1}{2n}\,\frac{1}{\alpha^{\frac{n+1}{n}}}\right).$$

En écoulement isotherme $n = 1$, nous aurions $z/z_1 = \alpha$.

En écoulement adiabatique ($n = 1{,}41$ pour l'air) :

$$\frac{z}{z_1} = 1{,}17\,\alpha\left(1-0{,}145\,\frac{1}{\alpha^{1.71}}\right).$$

La figure donne les courbes représentatives de ces deux écoulements particuliers.



Tant que la distance d reste petite, les points obtenus expérimentalement s'alignent sur la courbe (qui est une droite) correspondant à $n = 1$.

L'écoulement est donc isotherme et la formule du début

$$(2)\qquad M = \frac{\pi d^3}{12\mu}\,\frac{1}{rT_0}\,\frac{P_0^2-P_1^2}{\operatorname{Log}\frac{r_1}{r_0}}.$$

2° *Proportionnalité de* M *à* d^3. — La distance d séparant les deux plans est mesurée par un procédé interférométrique, le passage d'une frange correspond à une variation d'épaisseur de $\lambda/2 = 0{,}27305$ micron. En appelant N le nombre de franges ayant défilé dans la lunette d'observation à partir du contact mécanique des deux plans, K un nouveau coefficient numérique, nous devons vérifier la loi

$$h = K(N+\beta)^3 \quad \text{en posant} \quad d = N+\beta.$$

Le coefficient β mesure une épaisseur, exprimée en nombre de franges, il traduit le fait que le contact mécanique ne correspond pas à une distance d nulle des deux plans en raison des défauts de surface inévitables (fines rayures, aspérités, etc.) permettant le passage d'un faible débit d'air mesuré par la dénivellation h_0. La quantité β est l'épaisseur qui correspond au passage de ce débit résiduel.

Quand N et P_0 varient, on constate expérimentalement que le rapport

$$\beta = \frac{N}{\sqrt[3]{\frac{h}{h_0}} - 1}$$

reste sensiblement constant.

On peut alors calculer le rapport $K = (h/d^3)$. Pour une pression amont donnée, l'expérience montre bien qu'il est constant quand d varie. On peut également vérifier que sa valeur est proportionnelle à $P_0^2 - P_1^2$.

Le tableau suivant donne les moyennes de valeurs obtenues sur deux séries d'expériences. L'air arrivait par un trou circulaire de diamètre $2r_0 = 0{,}7$ mm percé au centre de l'une des deux faces en regard. Ces faces étaient circulaires, d'un diamètre $2r_1 = 9{,}4$ mm. Nous avons fait varier N de 0 à 30 franges environ.

	$P_0 - P_1$ (mm Hg)..	β (franges).	$K = \frac{h}{d^3}$.	$H = \frac{K}{P_0^2 - P_1^2}$.
$2r_1 = 9{,}4$ mm..............	50,7	68	6,37	8,0
$P_1 = 757$ mm Hg	23,2	70	32,8	8,1
$2r'_1 = 1{,}7$ mm .... ; $P_1 = 757$ mm Hg	115	20	42,8	22,8

Les nombres indiqués dans les deux dernières colonnes sont exprimés en unités arbitraires.

3° *Proportionnalité de* M *à* $1/\text{Log}(r_1/r_0)$. — La quantité H calculée dans le tableau précédent ne dépend ni de la distance d, ni de $P_2^0 - P_1^2$. Les conditions de température étant les mêmes, H doit être proportionnel à $1/\text{Log}(r_1/r_0)$.

Nous avons donc réalisé une autre série d'expériences avec le même dispositif, mais en réduisant à $2r'_1 = 1{,}7$ mm le diamètre des faces en regard. Nous

avons ainsi

$$\frac{\operatorname{Log}\frac{r_1}{r_0}}{\operatorname{Log}\frac{r'_1}{r_0}} = 2,93 \qquad \text{pour} \quad \frac{r_1}{r'_1} = 5,53.$$

La dernière ligne du tableau précédent donne les résultats obtenus.

En prenant la valeur moyenne $H_1 = 8,05$ dans le premier cas, et la valeur $H_2 = 22,8$ dans le deuxième, le rapport $H_2/H_1 = 2,83$ est très voisin de la valeur théorique 2,93.

Les hypothèses introduites dans les calculs se trouvent donc vérifiées. Sous réserve que l'écoulement visqueux soit laminaire, on peut exprimer le débit en masse par la formule (2).

ASTROPHYSIQUE. — *Ondes de compression dans une atmosphère en équilibre radiatif.* Note de Mme **Perrine Dumézil-Curien**, présentée par M. André Danjon.

Les ondes de compression engendrent une pression de radiation acoustique dont les variations avec la profondeur créent une gravité effective supérieure à la gravité réelle dans une portion appréciable de l'atmosphère.

On reprend les hypothèses de M. E. Schatzman [1], [2] suivant lesquelles :

1° La turbulence régnant dans la zone convective de certaines étoiles engendre des ondes de compression qui se propagent vers la surface dans la zone radiative;

2° le flux d'énergie mécanique est proportionnel au flux total.

On suppose que les ondes de compression sont planes, sinusoïdales et qu'elles se propagent dans la direction du rayon de l'étoile : la vitesse de propagation des ondes décroissant vers la surface, la réfraction des rayons acoustiques tend à les rendre parallèles au rayon de l'étoile, ce qui justifie dans une certaine mesure l'hypothèse précédente, surtout si la zone radiative est épaisse. On a donc

$$(1) \qquad F_{\text{méc}} = \rho V \overline{u^2} = \xi F;$$

V est la vitesse de propagation du son $= V_0(T/T_0)^{1/2}$ pour des ondes de faible amplitude; u est la vitesse locale du fluide.

Ces ondes de compression entraînent l'existence d'une pression de radiation acoustique croissant vers la surface (du moins tant que l'approximation $u \ll V$

(1) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 814.
(2) *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1349.

est légitime) :

$$p_a = \rho u^2 = \frac{\xi F}{V}. \tag{2}$$

Ceci se traduit dans l'équation d'équilibre hydrostatique par l'apparition d'une *gravité effective supérieure à la gravité réelle*

$$\frac{dp}{d\tau} = \frac{g}{\bar{\varkappa}}\left[1 - \frac{\bar{\varkappa}}{g}\frac{dp_a}{d\tau}\right] = \frac{g}{\bar{\varkappa}}\left[1 + \frac{1}{2}\frac{\bar{\varkappa}p_a}{g}\frac{d\log T}{d\tau}\right] = \frac{g_{\text{eff}}}{\bar{\varkappa}}. \tag{3}$$

Si ξ est assez petit, on peut conserver l'équation de l'équilibre radiatif $T^4 = T_0^4(1+\sqrt{3}\tau)$; on trouve

$$g_{\text{eff}} = g\left[1 + \frac{\sqrt{3}}{8}\frac{\xi F}{gV_0}\bar{\varkappa}(1+\sqrt{3}\tau)^{-\frac{9}{8}}\right]. \tag{4}$$

On a calculé ainsi la zone radiative d'une géante rouge ($g = \sqrt{3}.10^2$; $T_0 = 4375°$); on a pris $\xi = (1/25)$ [1] et l'on s'est placé dans le cas où la zone radiative est optiquement très profonde, la zone convective n'apparaissant qu'au début de l'ionisation de l'hélium II.

Pression gazeuse p.	$\frac{g_{\text{eff}}}{g}\left(\xi = \frac{1}{25}\right)$.	$\tau\left(\xi = \frac{1}{25}\right)$.	$\tau(\xi = 0)$.
4.10^3	1,06	0,3	0,3
6 »	1,06	0,6	0,6
8 »	1,09	1,2	1,2
9 »	1,12	1,8	1,9
10^4	1,22	3,1	4,0
$1,03.10^4$	1,31	3,9	6,8
1,05 »	1,43	4,7	24,8
1,07 »	1,67	6,2	67,9
1,08 »	1,88	7,3	80,7
1,09 »	2,19	8,8	91,3
1,1 »	2,62	11,1	100,6
1,12 »	3,73	19,2	116,8
1,15 »	2,33	44,7	137,5
1,2 »	1,23	93,8	166,5
1,3 »	1,07	162,7	214,3
1,5 »	1,03	256,2	292,9

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la conservation de la charge.* Note de M. **André Régnier**, présentée par M. Louis de Broglie.

Les équations de Schrödinger (une ou plusieurs particules), du méson scalaire, de Dirac, du méson vectoriel, possèdent en commun deux propriétés.

1° L'évolution au cours du temps des fonctions d'onde (pour les équations du premier ordre par rapport au temps) ou du système des fonctions d'onde et de leurs dérivées par rapport au temps (pour les équations du second ordre

par rapport au temps) s'exprime par un semi-groupe de transformations linéaires.

2° Pour chacune il existe un courant et une densité entre lesquels l'équation établit la condition de continuité. Ce qu'on appelle généralement « conservation de la charge ».

Cette proposition possède une réciproque, à savoir que si l'on introduit des courants et des densités exprimés à partir des fonctions d'onde suivant les formules usuelles et qu'on cherche des équations possédant la propriété (1) et impliquant la condition de continuité, on retrouve les équations traditionnelles; les termes qui y expriment les forces extérieures demeurant bien entendu arbitraires.

Considérons en effet l'espace multifonctionnel des états ψ de composantes ψ_α ($\alpha = 1, \ldots, p$). Ces ψ_α étant des fonctions de carré sommable de $(x_1, \ldots, x_n)$. La quantité complexe conjuguée de z étant notée $z^\star$, le produit scalaire est défini par :

$$\langle \varphi, \psi \rangle = \sum_\alpha \int \varphi_\alpha^\star \psi_\alpha \, dx_1 \ldots dx_n.$$

Soit une fonction $L(\psi, \psi^\star)$ des ψ_α, $\psi_\alpha^\star$, $\partial\psi_\alpha/\partial x_k$, $\partial\psi_\alpha^\star/\partial x_k$, possédant les propriétés suivantes :

a. Si λ est une constante réelle, on a $L(\psi, \psi^\star) = L(e^{i\lambda}\psi, e^{-i\lambda}\psi^\star)$ (invariance de jauge de première espèce);

b.
$$\frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha^\star} = \left(\frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha}\right)^\star, \qquad \frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha^\star}{\partial x_k}} = \left(\frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha}{\partial x_k}}\right)^\star;$$

c. $\partial L/[\partial(\partial\psi_\alpha/\partial x_k)]$, $\partial L/\partial\psi_\alpha$ dépendent linéairement de ψ, $\psi^\star$ et de leurs dérivées.

Considérons les quantités

$$S_k = -i \sum_\alpha \left[\psi_\alpha \frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha}{\partial x_k}} - \psi_\alpha^\star \frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha^\star}{\partial x_k}} \right].$$

Elles sont réelles d'après (*b*). $\sum_k \partial S_k/\partial x_k$ s'écrit, en ajoutant et en retranchant $\sum_\alpha [\psi_\alpha(\partial L/\partial \psi_\alpha) - \psi_\alpha^\star(\partial L/\partial \psi_\alpha^\star)]$:

$$i \sum_\alpha \psi_\alpha^\star \left[\sum_k \frac{\partial}{\partial x_k} \frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha^\star}{\partial x_k}} - \frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha^\star} \right] - i \sum_\alpha \psi_\alpha \left[\sum_k \frac{\partial}{\partial x_k} \frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha}{\partial x_k}} - \frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha} \right],$$
$$- i \sum_\alpha \sum_k \left[\frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha}{\partial x_k}} \frac{\partial \psi_\alpha}{\partial x_k} + \frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha} \psi_\alpha - \frac{\partial L}{\partial \dfrac{\partial \psi_\alpha^\star}{\partial x_k}} \frac{\partial \psi_\alpha^\star}{\partial x_k} - \frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha^\star} \psi_\alpha^\star \right].$$

La dernière somme est la valeur pour $\lambda = 0$ de la dérivée en λ de $L(e^{i\lambda}\psi, e^{-i\lambda}\psi^\star)$. Elle est nulle d'après (*a*). Par ailleurs, d'après (*b*) les

crochets des deux premières sommes sont conjugués l'un de l'autre pour chaque k et chaque α. Poser $\sum_k \partial S_k/\partial x_k = 0$ revient donc à écrire que

$$(1) \qquad \sum_\alpha \psi^*_\alpha \left[\sum_k \frac{\partial}{\partial x_k} \frac{\partial L}{\partial \frac{\partial \psi^*_\alpha}{\partial x_k}} - \frac{\partial L}{\partial \psi^*_\alpha} \right]$$

est imaginaire pure. D'après (1) et (c) on peut considérer chacun de ces crochets comme la $j^{\text{ième}}$ composante du transformé de ψ par un certain opérateur linéaire A. Considérons alors un ensemble quelconque de l'espace des $(x_1, \ldots, x_n)$. La multiplication de ψ par la fonction caractéristique de cet ensemble définit un projecteur P. En intégrant (1) sur cet ensemble nous obtenons $< P\psi, A\psi >$ qui s'écrit aussi bien $< \psi, PA\psi >$. $\sum_k \partial S_k/\partial x_n = 0$ s'exprimera donc par le fait que cette dernière quantité est imaginaire pure, c'est-à-dire que A est un opérateur antihermitien « commutant avec les x_k ». Finalement les équations sur la fonction d'onde qui vérifient I et impliquent $\sum_k \partial S_k/\partial x_k = 0$ sont, tenant compte de (b), de la forme

$$\sum_k \frac{\partial}{\partial x_k} \frac{\partial L}{\partial \frac{\partial \psi^*_\alpha}{\partial x_k}} - \frac{\partial L}{\partial \psi_\alpha} = i \sum_\beta B_{\alpha\beta} \psi_\beta,$$

où les $B_{\alpha\beta}$ sont des fonctions de $(x_1, \ldots, x_n)$ formant une matrice hermitienne. Les équations correspondantes sur ψ^* étant les complexes conjugués de celles ci-dessus écrites.

Les équations quantiques dérivent de lagrangiens L possédant les propriétés (a), (b), (c), les courants y relatifs étant fournis par les expressions correspondantes des S_k, ce qui démontre notre assertion.

On remarquera que les termes arbitraires peuvent être ensuite considérablement précisés par le théorème d'Ehrenfest dans l'interprétation probabiliste, ou par les hypothèses de la Théorie causale, selon lesquelles les particules suivent réellement les lignes du courant S_k.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mécanique ondulatoire dans l'espace de configuration.* Note de M. **Jean-Pierre Vigier**, présentée par M. Louis de Broglie.

L'emploi de la théorie unitaire ([1]) et du théorème établi par M. Régnier, sur la conservation de la charge ([2]), permet de justifier les hypothèses introduites par M. Louis de Broglie ([3]), pour démontrer la validité de l'équation de Schrödinger a plusieurs particules dans la nouvelle interprétation.

([1]) J. P. Vigier, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1107.
([2]) A. Régnier, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1370.
([3]) L. de Broglie, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1345, dont nous utilisons les notations et désignons les formules (n) par les symboles B(n).

L'emploi de la théorie unitaire permet de compléter les considérations développées par M. Louis de Broglie, pour retrouver l'équation de Schrödinger dans la nouvelle interprétation.

Comme M. de Broglie, nous nous limiterons au cas de deux particules chargées, à l'approximation newtonienne, en négligeant les effets de spin.

A. Conformément à cette théorie, nous pouvons lier ces particules (numérotées 1 et 2) à deux ondes à singularité $U_j (j = 1, 2)$

$$U_j = \left(a_j + \frac{b_j}{r_j}\right) e^{+i\frac{\varphi_j}{\hbar}} = \Phi_j + \frac{b_j}{r_j} e^{+i\frac{\varphi_j}{\hbar}}, \tag{1}$$

telles que l'on ait :

$$\begin{cases} g_{\mu\nu} = \overset{\circ}{g}_{\mu\nu}(\Phi_j \Phi_j^+) - \sum_j \varepsilon_{\mu\nu} \cdot \dfrac{e m_j \gamma}{r_j}, \\ \text{avec sur les deux trajectoires singulières } L_j : \\ \overset{\circ}{g}_{\mu\nu}(L_j) = \varepsilon_{\mu\nu} + 2 Q_j U_{j\mu} U_{j\nu} - \varepsilon (A_{j\mu} U_{j\nu} + A_{j\nu} U_{j\mu}), \end{cases} \tag{2}$$

où Q_j désigne les potentiels quantiques appliqués à la particule j, r_j représente la distance d'univers la plus courte entre le point courant et L_j, $A_{j\mu}$ et $U_{j\mu}$ les composantes du champ électromagnétique agissant sur la particule j ($A_1 = F_1 + F_{12}$ par exemple) et de la vitesse d'univers de la particule j.

Ceci entraîne, comme nous l'avons vu, que les lignes du courant $U_{j\mu}$ suivent des géodésiques de la métrique continue $\overset{\circ}{g}_{\mu\nu}$ pourvu que les $g_{\mu\nu}$ satisfassent aux équations relativistes

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = -8\pi\gamma T_{\mu\nu}. \tag{3}$$

B. Nous allons ensuite simplifier l'étude de leurs mouvements :

1° En remarquant avec M. de Broglie que si l'on introduit les coordonnées $\vec{R}_1$ et $\vec{R}_2$ des deux lignes singulières on peut admettre, au moins à l'approximation newtonienne, qu'il existe pour chaque particule une fonction de Jacobi φ_j dont le gradient est colinéaire à l'impulsion ; ce que nous écrirons

$$m_j \vec{V}_j = -\overrightarrow{\mathrm{grad}}_j \varphi_j. \tag{4}$$

2° En généralisant au cas considéré le procédé utilisé pour décrire l'ensemble des mouvements possibles d'une particule ; c'est-à-dire en construisant une onde enveloppe Ψ_{L_2} qui L_2 étant fixe enveloppe dans l'espace réel les ondes Φ_1 attachées à toutes les trajectoires L_1 possibles compatibles avec L_2.

A cause de 1° on admettra que φ_{L_2} existe toujours qui satisfera pour tout R_1 à (4).

On voit de suite qu'il est impossible en général de construire dans l'espace réel une phase unique $\varphi\left(\vec{R}_1, \vec{R}_2, t\right)$ qui satisfasse à (4).

On passe donc obligatoirement à l'espace de configuration construit sur R_1, R_2 et t et nous allons y chercher une solution particulière φ telle que

$$(5)\qquad m_j \vec{V}_j = -\overrightarrow{\text{grad}}\, \varphi_j = -\text{grad}_j \varphi.$$

Ceci constitue une nouvelle hypothèse justifiée *a posteriori* par sa réussite. φ permet de décrire simultanément dans l'espace de configuration les deux classes de mouvements considérés.

3° En imposant aux mouvements précédents deux conditions nécessaires :

I. Ils doivent satisfaire séparément à une équation de continuité car ils suivent des trajectoires géodésiques.

II. S'il existe une onde unique $\Psi(\vec{R}_1, \vec{R}_2, t) = a \exp. + i\varphi/\hbar$ capable de les décrire (donc de calculer des $\overset{\circ}{g}_{\mu\nu}$ satisfaisant à 2° et 3°), elle doit obéir à une équation linéaire puisqu'ils présentent le même caractère.

C. Ces hypothèses jointes au théorème de M. Régnier [2] déterminent l'équation sur Ψ. En effet φ étant supposé existant, on peut toujours introduire une amplitude $a(\vec{R}_1, \vec{R}_2)$, t satisfaisant à l'équation de continuité

$$(6)\qquad \frac{\partial a^2}{\partial t} + \sum_j \sum_\alpha \frac{\hbar}{m_j} \frac{\partial}{\partial x_{j\alpha}}\left(a^2 \frac{\partial \varphi}{\partial x_{j\nu}}\right) = 0,$$

comme

$$a^2 = \Psi^* \Psi \qquad \text{et} \qquad \Psi^* \frac{\partial \Psi}{\partial x_{j\alpha}} - \Psi \frac{\partial \Psi^*}{\partial x_{j\alpha}} = -\frac{2i}{\hbar} a^2 \frac{\partial \varphi}{\partial x_{j\alpha}},$$

on obtient par substitution l'égalité

$$\Psi\left(\frac{\partial \Psi^*}{\partial t} - \frac{\hbar^2}{2i} \sum_j \sum_\alpha \frac{1}{m_j} \frac{\partial^2 \Psi^*}{\partial x_{j\alpha}^2}\right) + \text{conj} = 0$$

qui admet comme solution générale

$$(7)\qquad \frac{\partial \Psi}{\partial t} + \frac{\hbar^2}{2i} \sum_i \sum_\alpha \frac{1}{m_j} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_{j\alpha}^2} = i K \Psi,$$

où K est une fonction de $\vec{R}_1$, $\vec{R}_2$, t seulement qui multiplie Ψ à cause du caractère nécessairement linéaire de l'équation de champ. Comme par hypothèse les mouvements décrits sont identiques aux mouvements réels, il suffit de couper (7) en parties réelles et imaginaires pour retrouver l'équation (6) d'une part et d'autre part l'équation de Jacobi généralisée B(5). Cette dernière se réduit à l'équation classique lorsque $\hbar \to 0$, ce qui entraîne $K = F_1 + F_2 + F_{12}$.

D. On précise encore les choses en remarquant que les mouvements décrits dans l'espace de configuration coïncident avec les mouvements réels. (4) redonne alors les relations B(3) et B(4); le potentiel quantique Q est donné par B(6) et B(9) conduit aux égalités B(10). A partir de ces résultats

on peut : 1° calculer les valeurs $g_{\mu\nu}(L_j)$; 2° démontrer comme l'a fait M. D. Bohm (4) que a^2 décrit bien la densité statistique de particules qui suivent les congruences L_j.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la signification de la notion de couche. Fondement théorique du modèle quasi atomique du noyau.* Note (*) de M. **Raymond Daudel**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous avons récemment (1) insisté sur le fait que les notions usuelles de la Chimie théorique semblent en contradiction avec le principe d'indiscernabilité des électrons et nous avons conclu que l'on peut cependant sauvegarder les principaux résultats de la Chimie théorique, mais qu'il y a intérêt à modifier son langage. Dans une série de remarquables articles, Lennard Jones (2) et ses collaborateurs ont souligné le rôle fondamental de la corrélation entre les positions électroniques.

Ces deux remarques s'appliquent avec encore plus de nécessité dans le problème du modèle quasi atomique du noyau (ou modèle en couche). L'indiscernabilité entre les nucléons est admise et par conséquent ce que nous avons dit des électrons vaut pour les nucléons. Puisque l'interaction entre nucléons est encore plus forte qu'entre électrons, nos arguments ont encore plus de force et il paraît difficile de comprendre comment un modèle « à particules indépendantes » puisse rendre de si éminents services. Nous allons montrer en transposant au cas du noyau le raisonnement de Lennard Jones que l'étude des corrélations entre les positions des nucléons permet de comprendre la nature de cet apparent paradoxe.

On peut représenter en première approximation la fonction d'onde Φ d'un noyau à N nucléons par un déterminant construit sur des orbitales mononucléoniques $\psi_l(x_i)\sigma_l(\omega_i)\tau_l(\varepsilon_i)$ où ψ, σ et τ représentent respectivement des fonctions d'espace, de spin et de spin isotopique.

Pour un noyau à niveaux complets on aura

$$\Phi \neq \text{dét}\left\{ \psi_1(x_1)\sigma_+(x_1)\tau_+(x_1)\psi_1(x_2)\sigma_+(x_2)\tau_-(x_2)\psi_1(x_3) \right.$$
$$\left. \times\sigma_-(x_3)\tau_+(x_3)\psi_1(x_4)\sigma_-(x_4)\tau_-(x_4)\ldots\psi_{\frac{N}{4}}(x_N)\sigma_-(x_N)\tau_-(x_N)\right\}.$$

Les ψ pourront être évalués le mieux possible selon la technique du champ self consistant de Fock. On sait que l'on peut sans changer Φ remplacer les ψ

(4) Communication privée à paraître dans *Physical Review*.

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) R. Daudel, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1035.

(2) *Voir* par exemple, *J. Chem. Phys.*, 20, 1952, p. 1024.

par des φ construits par une relation de la forme

$$\varphi_u = \sum_v c_{uv} \psi_v,$$

à condition de respecter normalisation et orthogonalité.

Rien ne semble s'opposer à ce que l'on choisisse alors dans le domaine nucléaire des groupes d'orbitales φ localisées et équivalentes comme le fait Lennard Jones en chimie théorique.

La fonction de corrélation représentant la probabilité de trouver le $i^{\text{ème}}$ nucléon en $d\tau_i$ et le $i^{\text{ème}}$ en $d\tau_j$ s'écrit alors en admettant les fonctions réelles :

$$d\tau_i\, d\tau_j\, \mathrm{P}(i, j) = \left\{ \int \Phi\Phi \frac{d\tau}{d\tau_i\, d\tau_j} \right\} d\tau_i\, d\tau_j \simeq \begin{vmatrix} \chi(i, i) & \chi(i, j) \\ \chi(j, i) & \chi(j, j) \end{vmatrix} d\tau_i\, d\tau_j,$$

avec

$$\chi(i, j) = \rho^{++}(i, j)\sigma_+(i)\sigma_+(j)\tau_+(i)\tau_+(j) + \rho^{+-}(i, j)\sigma_+(i)\sigma_+(j)\tau_-(i)\tau_-(j)$$
$$+ \rho^{-+}(i, j)\sigma_-(i)\sigma_-(j)\tau_-(i)\tau_+(j) + \rho^{--}(i, j)\sigma_-(i)\sigma_-(j)\tau_-(i)\tau_-(j).$$

où un symbole tel que $\rho^{--}(i, j)$ représente la somme de tous les produits $\varphi_l(i)\varphi_l(j)$ associés aux fonctions σ_+ et τ_+.

On voit que *pour deux nucléons de même spin et de même charge*

$$\mathrm{P}(i, j) \simeq \{ \rho(i, i)\rho(j, j) - \rho(i, j)^2 \}$$

et que par conséquent ladite densité de probabilité dépend de la position relative de i et de j, alors que pour deux nucléons de spin ou de charge différents

$$\mathrm{P}(i, j) \simeq \rho(i, i)\rho(j, j)$$

ne dépend que des quantités $\rho(i, i)$ et $\rho(j, j)$, comme si les deux nucléons étaient indépendants.

Le raisonnement de Lennard Jones se transpose donc bien au noyau avec comme conclusion :

Que les positions relatives les plus probables des nucléons de même spin et de même charge peuvent être déterminées en construisant des orbitales nucléaires équivalentes et localisées dans des régions de l'espace se recouvrant le moins possible.

Puisqu'il n'y a pas (à cette approximation) de corrélation entre les nucléons de spin ou de charge différents, on peut penser que dans un noyau à « niveaux complets » on rencontrera en moyenne deux neutrons et deux protons au voisinage de chacune des positions les plus probables ainsi définies, et le modèle quasi atomique s'apparente alors beaucoup au modèle à particules α préformées.

De plus chacune de ces particules tend à occuper en moyenne un certain volume et constitue si l'on veut une des molécules de la goutte liquide de Bohr

et Wheeler. Ainsi les trois modèles nucléaires classiques trouvent leur point commun dans la corrélation entre position des nucléons.

Donnons un exemple de construction effective des orbitales équivalentes. Prenons la première couche de M. Gœppert Mayer [3] soit 1 *s* et 1 *p*.

Par hybridation on peut former 4 orbitales nucléaires équivalentes localisées vers les 4 sommets d'un tétraèdre. Le noyau à niveaux complets correspondant ($^{16}_{8}O$) aurait donc *comme configuration la plus probable* celle que figurent quatre particules α aux sommets d'un tétraèdre régulier; les protons ayant tendance à se diriger vers l'extérieur en raison de la répulsion coulombienne (on peut bien entendu conserver en moyenne la symétrie sphérique). Cette configuration très symétrique explique la haute stabilité du noyau $^{16}_{8}O$ et l'existence du nombre magique 8. Les autres couches correspondraient à d'autres orbitales localisées se situant probablement plus loin du centre de gravité et déterminant de nouvelles positions probables pour des groupes de nucléons. Une étude détaillée de ces couches est en cours.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Étude des modifications ordre-désordre dans les alliages* Cu-Pt. Note (*) de M. **Gérard Fournet**, présentée par M. Charles Mauguin.

Le passage de l'état ordonné à l'état désordonné des alliages Cu-Pt s'effectue sans qu'il y ait un changement notable de la répartition des premiers voisins. Nous avons trouvé un bon accord avec l'ensemble des faits expérimentaux en supposant que la différence $W(r_2)$ des énergies des paires semblables et dissemblable relatives aux seconds voisins était plus grande que le terme $W(r_1)$ correspondant aux premiers voisins.

Les modifications ordre-désordre de l'alliage Cu-Pt sont très particulières [1], [2]. Dans l'état ordonné (à symétrie rhomboédrique mais très voisin de la structure cubique à faces centrées) un atome d'espèce quelconque est entouré de six premiers voisins semblables et de six premiers voisins dissemblables; pour l'état désordonné (cubique à faces centrées) et à haute température, quand tout effet d'ordre à petite distance aura disparu, la composition de l'alliage étant 1 — 1, on doit retrouver la même situation (six premiers voisins de chaque espèce). Il n'y a donc pas de changements notables du nombre de couples formés de premiers voisins semblables et les théories simples [*cf.* [3]] sont impuissantes à donner une explication du phénomène.

---

(3) *Voir Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 16.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

(1) C. H. Johansson et J. O. Linde, *Ann. Physik*, 82, 1927, p. 449.

(2) J. O. Linde, *Ann. Physik*, 30, 1937, p. 151.

(3) C. B. Walker, *J. Appl. Phys.*, 23, 1952, p. 118.

Nous signalons que Slater ([4]) a proposé un schéma d'explication basé sur un changement de périodicité des zones de Brillouin.

Au cours de nos calculs ([5]) sur les modifications ordre-désordre nous avons toujours admis que les énergies d'interaction W possèdent la symétrie sphérique, c'est-à-dire que la fonction $W(r_i)$ ne dépend que du module r_i (et non de l'orientation) du vecteur joignant les centres des deux nœuds considérés.

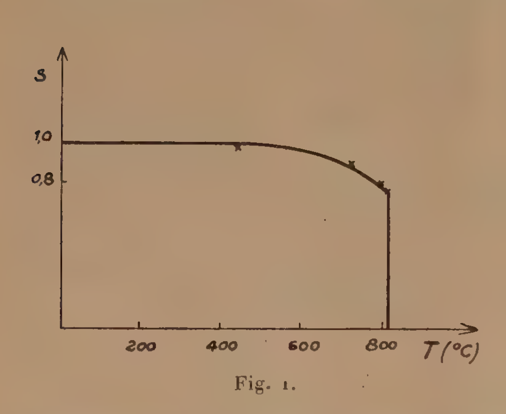


Fig. 1.

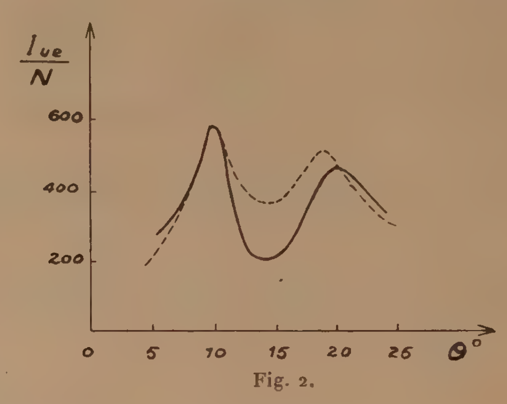


Fig. 2.

Nous pouvons donc obtenir, sans faire aucune hypothèse supplémentaire des « résultats approchés » sur le comportement de l'alliage Cu-Pt en écrivant que les énergies qui interviennent entre premiers voisins, soit d'un même plan (111), soit de deux plans (111) adjacents, sont égales puisque nous savons par ailleurs ([3]) que le rapport entre les distances l_1 et l_2, relatives aux deux espèces de premiers voisins que nous venons de définir, est toujours compris entre 1,000 et 1,010. Au moyen de la simplification que nous venons de décrire nous avons entrepris l'étude théorique de l'alliage Cu-Pt par la méthode que nous avons déjà employée ([5]) (nous gardons les mêmes notations), méthode basée sur la théorie d'Yvon ([6]). Nous nous sommes imposé de trouver des valeurs critiques s_c (*fig.* 1) et T_c du paramètre s d'ordre à grande distance et de la température T conformes aux résultats expérimentaux de Walker([3]) : $s_c = 0,77$, $T_c = 815°$ C; nous pouvons trouver ces résultats en posant

$$(1)\quad \begin{cases} W(r_1) = 721 \text{ K degrés C} = 0,996 . 10^{-13} \text{ erg}, \\ W(r_2) = 1206 \text{ K degrés C} = 1,665 . 10^{-13} \text{ erg}. \end{cases}$$

Nous rappelons que $W(r)$ résulte de la différence des énergies entre paires d'atomes semblables et dissemblables à la distance r :

$$W(r) = W_{\text{Cu}-\text{Cu}}(r) + W_{\text{Pt}-\text{Pt}}(r) - 2W_{\text{Cu}-\text{Pt}}(r)$$

et que par conséquent il n'est pas interdit de trouver $W(r_2)$ plus grand que

([4]) *Phys. Rev.*, 84, 1951, p. 179.
([5]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 155 et 234, 1952, p. 2049.
([6]) *Cahiers de Physique*, 28, 1945, p. 1.

$W(r_1)$. Au moyen des données (1) nous avons pu atteindre les valeurs de la fonction $s=f(T)$; nos résultats sont indiqués par une croix sur la figure 1 où nous avons également représenté la courbe expérimentale de Walker. Pour comparer les conséquences de notre théorie à d'autres résultats expérimentaux nous avons calculé les variations en fonction de l'angle du rayonnement X diffusé par un alliage (polycristallin) dans l'état désordonné et maintenu à 890° C. Nous obtenons ainsi la courbe en trait fort de la figure 2 quand l'intensité diffusée par un atome est exprimée en unité électron; la courbe en pointillé est la courbe expérimentale de Walker.

Nous avons ainsi obtenu un bon accord avec les faits expérimentaux aussi bien pour l'ordre à grande distance que pour l'ordre à petite distance en supposant que la valeur du rapport $W(r_2)$ à $W(r_1)$ est de 1,67.

Un Mémoire détaillé sur ce travail paraîtra dans un autre Recueil.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur le rayonnement longitudinal d'antennes diélectriques.* Note (*) de MM. **Jean-Claude Simon** et **Georges Weill**, présentée par M. Camille Gutton.

Le calcul du champ à l'infini de certaines antennes rayonnant en bout est relié à la variation de vitesse de phase du champ tout le long de l'antenne. Cette Note montre qu'à partir de ce fait on peut trouver le diagramme de l'énergie rayonnée à l'infini, ainsi que l'énergie totale rayonnée. Des vérifications expérimentales ont été effectuées.

Certains types connus d'antennes sont caractérisés par un maximum de rayonnement dans la direction Oz de leur plus grande dimension. Un exemple de ces dernières est le cierge diélectrique. On suppose que cette antenne est équivalente à une ligne de transmission à pertes réparties, sans réflexion à l'extrémité. Ce mode de calcul a le défaut d'admettre qu'une ligne uniforme rayonne. Nous avons tenté au contraire, de relier le rayonnement aux variations des caractéristiques de la ligne résumées par la variation de la vitesse de phase.

Le calcul est effectué pour le cas le plus simple, celui d'une onde plane franchissant une discontinuité d'indice.

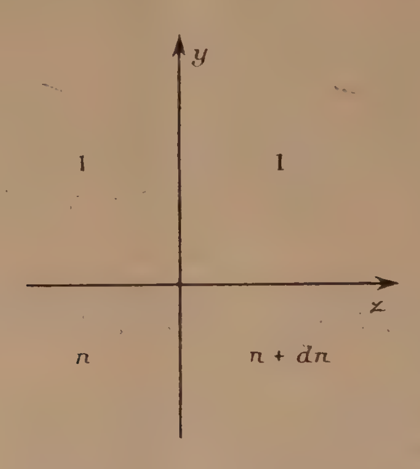
Soient trois axes de coordonnées rectangulaires (Ox, Oy, Oz). Trois milieux d'indices n, $n+dn$ et 1 occupent respectivement les régions ($y<0$, $z<0$), ($y<0$, $z>0$), ($y>0$).

Soit dans le milieu n une onde plane se propageant suivant Oz. Elle est accompagnée dans le milieu 1 par une onde évanescente dite de surface.

Supposons que les ondes transmises et réfléchies aux passages des milieux n et $n+dn$ soient déterminées par les conditions aux limites classiques pour y très grand et négatif.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

Nous obtenons dans la région $z > 0$ un régime bien déterminé. Les ondes ($z < 0$) et ($z > 0$) sont raccordées pour $z = 0$ et $y < 0$. Mais elles ne se raccordent pas pour $y < 0$. Pour raccorder ces ondes, nous admettrons qu'il existe des sources fictives qui compensent la différence de ces champs sur le demi-plan $y > 0$, $z = 0$. Ces sources nous permettent de calculer le rayonnement de l'onde dans l'espace $y > 0$ au passage de la discontinuité. L'expérience confirme l'existence d'un tel rayonnement.



Le champ à l'infini se calcule à l'aide des formules classiques d'Huyghens-Kottler. La puissance rayonnée dans la direction faisant l'angle θ avec Oz est donnée par

$$g(\theta) = A\left[\frac{1+\cos\theta}{n^2 - \cos^2\theta}\right]^2 \quad (^1),$$

A étant une constante.

La puissance totale rayonnée en fonction du champ incident E_0 est donnée par

$$(2) \qquad dw = E_0^2 f(n)(dn)^2,$$

avec

$$(3) \qquad f(n) = \frac{n(n^4 + n^2 + 2)}{16(n^2 - 1)^3}$$

ou encore si λ est la longueur d'onde dans le milieu d'indice n ($n\lambda = \lambda_0$)

$$(2') \qquad dw = E_0^2 h(\lambda)(d\lambda)^2.$$

Une telle formule nous permet de calculer la résistance de rayonnement d'une onde de surface en fonction de sa variation de vitesse de phase, dans le cas du problème proposé. Nous avons utilisé ces résultats dans le cas d'une variation continue d'indice ou de longueur d'onde. Nous avons ainsi calculé des profils

(1) Le rayonnement est calculé à partir des valeurs du champ à la surface.

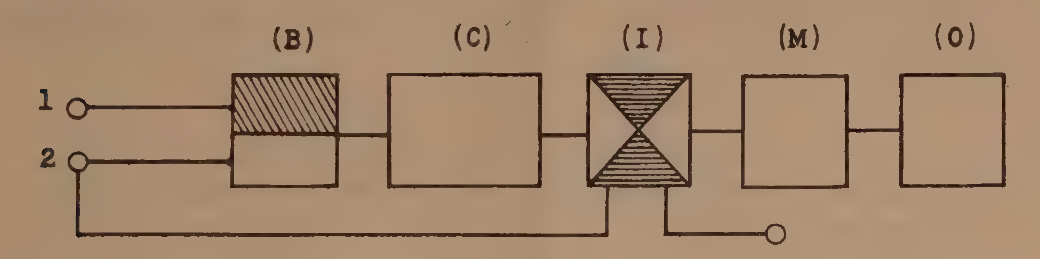
d'antennes diélectriques tels que le champ rayonné soit constant le long de l'antenne. L'expérience vérifie ces calculs.

Le raisonnement peut être étendu au cas où le diélectrique est limité par un cylindre de génératrice parallèle à Oz.

Ces résultats peuvent s'étendre au cas de diélectriques artificiels en considérant la longueur d'onde correspondant à l'onde de surface.

ÉLECTRONIQUE. — *Définition précise d'un intervalle de temps, au moyen d'un dispositif électronique. Remise à zéro automatique. Choix de la fréquence de référence.* Note (*) de M. **André Peuteman**, présentée par M. Gustave Ribaud.

La figure 1 montre la constitution du dispositif : un oscillateur (O), de période T aussi stable que possible (diapason, quartz) fonctionne en permanence, et commande un compteur binaire (C) de n bascules, de capacité 2^n, par l'intermédiaire d'un dispositif de mise en forme (M) et d'un interrupteur électronique à deux voies (I), ouvert au repos. Le compteur (C) est à zéro. L'opérateur provoque la fermeture de (I) à l'aide d'une impulsion, positive (par exemple), appliquée sur la première voie. Quand (C) revient au zéro



après un cycle complet, la dernière bascule de (C) produit le changement d'état d'une bascule auxiliaire (B) qui fournit une impulsion positive à la borne de sortie (1); cette impulsion à front raide marque le départ de l'intervalle de temps avec une grande précision. Simultanément apparaît à la borne de sortie (2) une impulsion négative, sans action sur (I), dont la deuxième voie est connectée à la borne (2). Quand (C) a accompli un deuxième cycle, (B) revient à son état initial : en (2) apparaît une impulsion positive qui définit la fin de l'intervalle de temps τ avec une précision aussi bonne; τ a pour valeur : $\tau = 2^n T$. Cette même impulsion sert à ouvrir (I), qui coupe la connexion de (M) à (C), lequel s'arrête à zéro. L'intervalle de temps est ainsi défini d'une façon purement électronique, *et échappe aux incertitudes d'un contact.* Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que (C) parte de zéro.

Choix de la fréquence de référence de l'oscillateur. — Les oscillateurs stables

---

(*) Séance du 24 novembre 1952.

en fréquence fournissent une tension sinusoïdale $A \sin \omega t$ dont la valeur de pointe est limitée pratiquement à quelques dizaines de volts. La mise en forme (M) fait intervenir un seuil de fonctionnement S (volts), dont la plus grande variation possible au cours du temps τ est ΔS; l'écart correspondant est

$$\Delta\tau_1 = \frac{\Delta S}{A\omega} = T\frac{\Delta S}{2\pi A}.$$

Le fonctionnement discontinu d'une bascule introduit une incertitude $\Delta\theta_1$ soit $n\Delta\theta_1$ pour l'ensemble. L'incertitude relative totale a donc pour valeur

$$\frac{\Delta\tau}{\tau} = \frac{1}{2^n}\left[\frac{\Delta S}{2\pi A} + \frac{n\,\Delta\theta_1}{T}\right];$$

elle est minima pour la fréquence

$$F_0 = \frac{\text{Log}\,2}{2\pi}\,\frac{\Delta S}{A\,\Delta\theta_1}.$$

Pratiquement, on choisira la fréquence $F = 1/2^n\tau$ (n entier) la plus voisine de F_0.

Exemple. — $A = 20$ V, $\Delta S = 0{,}2$ V, $\Delta\theta_1 = 0{,}5$ μs, conduit à $F_0 = 2\,000$ Hz environ, et à une incertitude de 6 μs pour $\tau = 1$ s.

F_0 ne dépend pas de τ. Pour $\tau < 1/2\,000$ s, on sera conduit à supprimer le compteur (C).

SPECTROSCOPIE. — *Les facteurs g spectroscopiques d'alliages ferromagnétiques nickel-cuivre.* Note (*) de M. **A.-Jean-Pierre Meyer**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Les expériences de résonance ferromagnétique [1] permettent de mesurer un facteur de Landé spectroscopique des substances étudiées. Les conditions de résonance pour un ellipsoïde de coefficient de champ démagnétisant Nx, Ny, Nz, placé dans un champ statique Hz, et un champ alternatif Hx de fréquence ω, s'écrivent :

$$\omega_0 = g\frac{e}{2mc}\{[Hz + (Ny - Nz)Mz][Hz + (Nx - Nz)Mz]\}^{\frac{1}{2}},$$

formule qui permet de déterminer g, les autres grandeurs étant accessibles à l'expérience. Celle-ci fournit en général des valeurs de g anormalement élevées qui oscillent autour de $g = 2{,}2$. Cependant la facilité des mesures incite à des expériences permettant de reconnaître la dépendance de g d'autres grandeurs. C'est ainsi qu'on a déjà déterminé la variation de g en fonction de la tempéra-

(*) Séance du 24 novembre 1952.

(1) C. Kittel, *Ferromagnétisme et antiferromagnétisme*, 1951, p. 143.

ture pour quelques ferromagnétiques : Fe_3O_4 (²), supermalloy et nickel (³). Bloembergen indique que le g mesuré de ces deux dernières substances reste constant entre la température ambiante et le point de Curie.

Les alliages nickel-cuivre se prêtent à des expériences du même genre, grâce à la remarquable simplicité de leurs propriétés magnétiques : à teneur croissante en cuivre, moment à saturation et points de Curie décroissent linéairement à zéro pour Cu_3Ni_2, tandis que le coefficient du champ moléculaire reste constant jusqu'à une addition d'environ 50 % Cu (4, 5). Il s'ensuit que la mesure de g effectuée à température ambiante sur des alliages à différents points de Curie devait fournir des résultats semblables à ceux de Bloembergen.

Les expériences ont porté sur une série d'alliages, préparés à partir de nickel du carbonyle et de cuivre électrolytique, laminés en feuilles d'épaisseur 0,05 à 0,1 mm. La résonance est déterminée par la variation d'absorption d'énergie hf de l'échantillon soumis dans son plan à un champ alternatif hf de fréquence fixe et à un champ statique perpendiculaire d'intensité variable. Les échantillons, sous forme de disques plats, sont soudés à un endroit convenablement choisi dans une cavité résonante maintenue entre les pièces polaires d'un électroaimant; l'énergie hf réfléchie par la cavité est mesurée en fonction de Hz. g est calculé à partir de la formule ci-dessus qui dans le cas d'un disque plan devient

$$\omega_0 = \frac{ge}{2mc}\{Hz[Hz + (Ny - Nz)Mz]\}^{\frac{1}{2}}.$$

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

% at.Cu.	Θ°K.	T°K.	$\frac{T}{\Theta}$	$\frac{\omega_0}{2\pi}$ Mc.	H_r.	$4\pi Mz$.	$\frac{Ny - Nz}{4\pi}$	g.
0 (Ni)	631	294	0,47	9293	1270	6000	0,975	2,21
10,0	522	295	0,57	9340	{ 1460 { 1550	4630	{ 0,99 { 0,98	2,24 2,16
12,6	477	295	0,62	9326	1560	4280	0,99	2,22
18,0	441	295	0,67	9289	1750	3350	0,975	2,22
24,0	409	295	0,72	9337	{ 2050 { 1970	2480	{ 0,99 { 0,985	2,20 2,26
28,0	336	295	0,88	9335	{ 2400 { 2400	1470	{ 0,98 { 0,98	2,20 2,20

A côté de la composition des alliages on indique : les points de Curie, la température à laquelle est effectuée la mesure, le rapport T/Θ, la fréquence

(²) L. R. BICHFORD, *Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 449.
(³) N. BLOEMBERGEN, *Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 572.

indiquées de $4\pi Mz$ sont empruntées à Alder [4], $(Ny - Nz)/4\pi$ est calculé d'après des formules données par Osborn [5]. Le second chiffre indiqué pour certains alliages dans la colonne des résultats concerne une seconde mesure effectuée sur un autre disque. La précision des mesures est de l'ordre de 3 %, l'incertitude sur la valeur de $4\pi Mz$ étant assez élevée.

L'examen des résultats permet de conclure, à la précision des mesures près, à la constance de g dans le domaine des alliages étudiés. Considérées comme mesures effectuées sur du nickel, à valeur croissante de T/Θ, ce résultat concorde avec celui de Bloembergen : le facteur de Landé du nickel observé par résonance ferromagnétique semble être constant pour un intervalle de T/Θ compris entre 0,5 et 1.

OPTIQUE CRISTALLINE. — *Polarisation de la fluorescence du diphényle et du tétraphényl* 1144-*butadiène* 13. Note de M. **Paul Pesteil**, présentée par M. Jean Cabannes.

L'étude de la fluorescence émise par des cristaux de stilbène, d'anthracène [1] et de naphtalène [2] a montré que l'oscillateur vibre parallèlement au petit axe M de ces molécules. L'objet de cette Note concerne des recherches analogues effectuées sur des monocristaux de diphényle $(C_6H_5—C_6H_5)$ et de tétraphényl 1144-butadiène 13 (TPB)$[(C_6H_5)_2=C=CH—CH=C=(C_6H_5)_2]$. Les échantillons ont été préparés et cristallisés par M. L. Pichat.

La molécule de diphényle diffère de celle du naphtalène en ce que les deux noyaux constituants sont reliés par une liaison simple parallèle à la longueur de la molécule. Le spectre d'émission trouvé, situé entre 3050 Å et 3800 Å est voisin de celui du naphtalène; j'ai vérifié, en examinant l'absorption ultraviolette, que le cristal étudié ne contenait pas de trace de cette substance ni de fluorène.

L'orientation de la molécule de diphényle dans le cristal n'a pas été déterminée aussi exactement que pour le cas du naphtalène. Cependant des travaux de Dhar [3] et de Clark [4], on peut conclure que la maille est très voisine de celle du naphtalène et adopter le même tableau des carrés des cosinus directeurs donné par ailleurs [2]. J'ai trouvé les rapports suivants entre du champ alternatif, l'intensité du champ statique de résonance. Les valeurs

---

(4) *Thèse*, Zurich, 1916.
(5) J. A. Osborn, *Phys. Rev.*, 67, 1945, p. 351.

(1) Pesteil, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2532.
(2) Pesteil, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 150.
(3) *Indian Journ. Phys.*, 7, 1932, p. 43.
(4) *J. Amer. Chem. soc.*, 53, 1931, p. 167.

les intensités des vibrations de fluorescence parallèles aux trois axes de l'ellipsoïde, p, m, g :

$$\frac{I_g}{I_p}=6,5, \qquad \frac{I_g}{I_m}=4,0, \qquad \frac{I_m}{I_p}=1,5.$$

La comparaison de ces rapports avec le tableau des carrés des cosinus directeurs montre que *la vibration est dirigée suivant la longueur* L *de la molécule*.

Il n'existe, à ma connaissance, aucune donnée sur la structure de la maille de TPB. Une étude sommaire des propriétés optiques m'a cependant montré que le cristal est biaxe positif. Un échantillon taillé convenablement m'a donné les résultats suivants :

$$\frac{I_g}{I_m}=2,36, \qquad \frac{I_g}{I_p}=3,75, \qquad \frac{I_m}{I_p}=1,4.$$

La polarisation relativement élevée (*la même pour tout le spectre* qui s'étend de 4000 Å à 4800 Å) montre que pour le TPB, comme pour les autres molécules étudiées, le vibrateur est très anisotrope.

PHYSIQUE CORPUSCULAIRE. — *Sur l'emploi du compteur Rosenblum avec les sélecteurs à coïncidences à temps très courts*. Note (*) de MM. **Théo Muller, Raymond Richert** et **Serge Gorodetzky**, présentée par M. Jean Becquerel.

Lorsque l'on cherche à faire fonctionner des sélecteurs à coïncidences à temps très court, on sait que la difficulté ne provient plus uniquement du sélecteur lui-même, mais aussi du dispositif émetteur d'impulsions. Il faut, en particulier, que les impulsions soient suffisamment brèves vis-à-vis du temps de résolution du sélecteur. Lorsque le temps de résolution du sélecteur est très court, soit par exemple 10^{-9} seconde, il devient assez difficile de produire des impulsions assez brèves; pratiquement, on se sert de photomultiplicateurs précédés ou non de dispositifs scintillants. Mais même dans ce cas, la chose n'est pas toujours très facile et l'on peut souvent se demander dans un circuit complet quelle est la part du pouvoir séparateur qui incombe au sélecteur lui-même et quelle est la part qui incombe au producteur d'impulsions. Cela est si vrai que des dispositifs ont été imaginés et réalisés qui permettent d'obtenir électriquement et mécaniquement des impulsions très brèves. Ainsi un dispositif à contact mécanique dans du mercure a été réalisé par Garwin [1]. Un tel dispo-

---

(*) Séance du 24 novembre 1952.

[1] *Rev. Sc. Instr.*, **21**, 1950, p. 903.

sitif est de la plus grande utilité pour l'essai de sélecteurs à coïncidences très rapides.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'essayer comme producteur d'impulsions, un compteur Rosenblum. En effet, ce compteur est facile à construire et de fonctionnement aisé. On pouvait espérer un temps de montée d'impulsions assez court. Conor ([2]) indique un temps de montée inférieur à 10^{-7} s. Nous avons placé un compteur Rosenblum devant un sélecteur à coïncidences du type Bay ([3]) qui, comme on le sait, est parmi les sélecteurs les plus rapides existants à l'heure actuelle. L'ensemble fonctionne parfaitement. Une seule et même impulsion est envoyée, d'une part, dans l'un des canaux du sélecteur, d'autre part, dans un autre canal avec un certain retard. On peut faire varier le retard par le procédé classique des lignes à retard. On obtient ainsi la courbe du nombre d'impulsions de coïncidences en fonction du retard.

La considération de cette courbe indique pour l'ensemble du circuit un temps de résolution de 10^{-10} s.

Le sélecteur du type Bay a un temps de résolution estimé par Bay lui-même à 3.10^{-10} s dans les meilleures conditions.

Nous obtenons pour l'ensemble compteur Rosenblum plus circuit à coïncidence un temps de résolution de 10^{-10} s. On peut dire, par conséquent, que le temps de montée de l'impulsion du compteur Rosenblum est plus court que 10^{-10} s. Ainsi se trouve, grâce à l'emploi du sélecteur de Bay, repoussées de trois ordres de grandeur, les limites fixées par Conor. Il semble aussi que l'excellent circuit de Bay est encore meilleur que ne le pense son auteur. Inversement, on montre que le compteur Rosenblum est un générateur d'impulsions des plus précieux dans l'essai des sélecteurs d'impulsions.

RAYONS COSMIQUES. — *Sur le rapport du nombre de mésons au nombre de particules lourdes enregistrées dans des émulsions nucléaires exposées au Puy-de-Dôme.* Note de Mme **Simone Desprez-Rebaud**, présentée par M. Eugène Darmois.

Dans les plaques exposées au Puy-de-Dôme et en se limitant à une énergie de 120 MeV pour un proton, nous avons pu identifier 909 particules lourdes pour seulement 18 mésons, soit une proportion d'environ 2 %.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons expliqué les conditions expérimentales d'exposition des plaques. Ainsi que nous l'avons indiqué, nous avons

([2]) *Proc. Phys. Soc.*, B 64, 1951, p. 30.
([3]) *Rev. Sc. Instr.*, 22, 1951, p. 397.

([1]) M. Morand et S. Desprez-Rebaud, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 294.

supposé que les traces isolées observées étaient pratiquement dues à des protons. Dans le présent travail nous avons repris les traces nous ayant permis d'obtenir le spectre énergétique des particules enregistrées et déterminé, dans les cas favorables, la nature de ces particules.

Le parcours minimum d'une particule traversant l'émulsion est l'épaisseur de l'émulsion vierge, soit 450 μ. En fait, nous n'avons pu compter les grains que sur les traces faisant avec le plan de l'émulsion un angle inférieur à 65°. Pour de telles traces, le parcours visible est $450/\cos 25^\circ = 496{,}5 \sim 500\ \mu$.

Pour les traces ayant un parcours dans l'émulsion : $450 < R\ (\mu) < 500$, il n'est pas possible de déterminer de façon objective la granulation. Les traces sont peu inclinées par rapport à l'axe de visée du microscope et les grains ne peuvent être reconnus individuellement. Suivant l'énergie de la partieule et son parcours dans l'émulsion, la variation de granulation entre les deux extrémités de la trace permettra de reconnaître plus ou moins facilement un méson d'une particule lourde.

1. *Cas des traces noires.* — Les traces noires sont celles qui se présentent dans la plaque comme un trait d'argent continu. D'après les courbes de densité de grains en fonction du parcours résiduel que nous avons pu construire, un méson est comptable à partir de 300 μ de sa fin. Les 131 traces noires observées traversant l'émulsion ont un parcours résiduel d'au moins 500 μ, ce ne sont donc certainement pas des mésons.

2. *Cas des traces comptables.* — Pour ces traces, la variation de la densité de grains permettra de reconnaître facilement la nature de la particule si le parcours visible est long. Il devra être d'autant plus long que la particule sera plus énergique.

Si h est l'épaisseur de l'émission vierge, β l'angle de la particule avec le plan de l'émulsion, son parcours visible est donné par $R = h/\sin \beta$.

En fonction de l'énergie de la particule, nous avons calculé l'angle β de façon que la longueur du parcours visible dans l'émulsion permette de déterminer la nature de la trace observée. Nous avons pris comme critère pour l'identification d'un méson une variation de la granulation de 10 grains sur des sections de 150 μ prises aux deux extrémités de la trace.

Compte tenu de ces observations, nous avons reconnu 18 mésons pour 778 particules lourdes auxquelles il y a lieu d'ajouter les 131 traces noires dont nous avons parlé plus haut, ce qui nous donne : 18 *mésons pour* 909 *particules lourdes, soit environ* 2 %.

Cette proportion est en bon accord avec les résultats classiques. Nous pouvons, en effet, déduire par extrapolation des valeurs de Wilson (2) (4) confirmées par Whittemore et Shutt (3) une valeur maximum de l'intensité,

(2) *Nature*, 158, 1946, p. 415.
(3) *Phys. Rev.*, 86, 1952, p. 940.
(4) B. Rossi, *Rev. Mod. Phys.*, 20, 1948, p. 540.

au niveau de la mer, des mésons d'énergie inférieure à 13 MeV et en effectuant la correction d'altitude, nous obtenons une valeur :

$$I_M \sim 2,99.10^{-6}\ \text{cm}^{-2}\ \text{sec}^{-1}\ \text{sterad}^{-1}.$$

Or, d'après nos résultats expérimentaux, l'intensité des traces isolées détectées est de $1,09.10^{-4}\ \text{cm}^{-2}\ \text{sec}^{-1}\ \text{sterad}^{-1}$, ce qui donne une intensité de particules lourdes de

$$I_P \sim 1,06.10^{-4}\ \text{cm}^{-2}\ \text{sec}^{-1}\ \text{sterad}^{-1},$$

d'où $I_M/I_P =$ *au maximum* 2,8 %.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un procédé d'étude des réactions entre gaz et solides. Application au système fer-carbone-hydrogène.* Note (*) de MM. **Louis Beaujard**, **Gaston Collette** et **Léon Jacqué**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Une méthode pour étudier l'équilibre et la vitesse des réactions à température élevée, entre phases solides et gazeuses peut être basée sur la technique de la pesée continue. Appliquée au système fer-carbone-hydrogène, elle a permis de recouper les constantes d'équilibre calculées par Austin et Day.

La technique mise au point pour l'étude de l'équilibre et de la vitesse de réaction intervenant à haute température dans le système fer-carbone-hydrogène est susceptible d'une large généralisation pour l'étude des réactions entre phases solides et gazeuses.

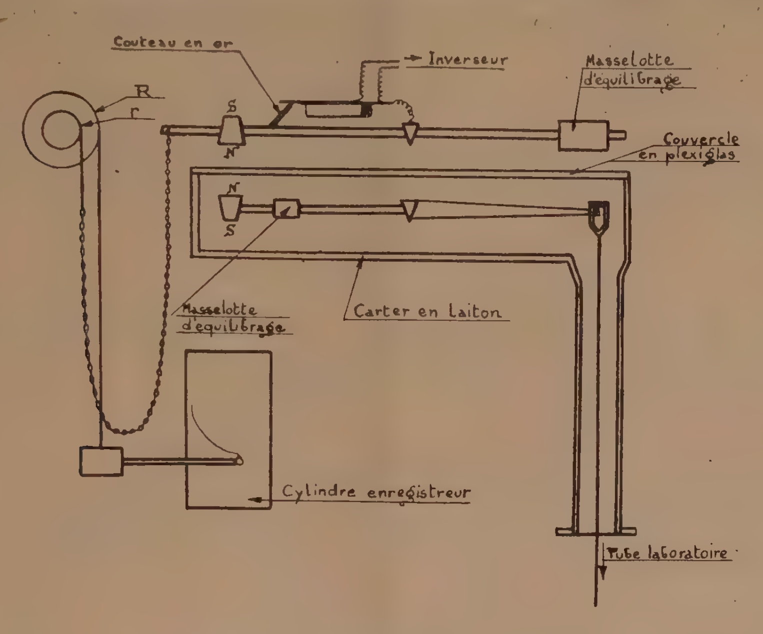
L'échantillon est suspendu dans une enceinte close chauffée extérieurement par un four. Un mélange gazeux connu y circule. Il a une composition déterminée, produite par le mélange des gaz composants, dont le débit est mesuré pour chacun d'eux par des débitmètres à tubes capillaires, immergés dans des thermostats réglés à $30° \pm 0°,2$. La variation de poids de l'échantillon est enregistrée de façon continue grâce à une liaison magnétique entre un fléau interne auquel l'échantillon est accroché et un fléau externe d'une balance enregistreuse (*figure*).

L'étude de l'équilibre fer-carbone-hydrogène a été effectuée sur des plaquettes de fer technique ($115 \times 20 \times 0,5$ mm), de composition suivante : C, 0,03 %; Mn, 0,28 %; Si, 0,03 %; S, 0,016 %; P, 0,011 %; Cr, 0,03 %; Cu, 0,069 % dans un mélange d'hydrogène (purifié par un train classique) et de méthane pur à 99 % molécules.

Le passage du point de Curie lors de la montée en température, qui se traduit par un crochet dans l'enregistrement du poids, permet de contrôler la fidélité du couple placé très près de l'échantillon.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

Celui-ci est tout d'abord carburé à la teneur voulue en carbone, calculée par son gain de poids, par passage d'un mélange carburant. Nous nous sommes assurés que cette méthode était correcte, et que la variation de poids n'était due qu'au carbone réparti uniformément dans l'échantillon. Le mélange



gazeux est ensuite ajusté jusqu'à constance de poids de l'éprouvette. La sensibilité de la méthode est montrée par une variation de poids décelable lorsque la proportion de méthane dans le mélange gazeux diffère de 0,015 % en valeur absolue de celle qui correspond à l'équilibre.

Le tableau I reproduit quelques valeurs que nous avons obtenues pour la constante d'équilibre K de la réaction

$$\text{C dissous dans Fe}\gamma + 2H_2 \rightleftharpoons \text{Fe} + CH_4, \qquad K = \frac{P_{H_2}^2}{P_{CH_4}}.$$

L'erreur relative sur ces déterminations est de l'ordre de 5 %.

C_E sont les valeurs expérimentales :

K_a sont les valeurs déduites du diagramme établi par Austin et Day [1].

$E_r = (C_E - K_a)/K_a$ est l'écart relatif de nos mesures par rapport à celles des auteurs précités.

Tube laboratoire en silice.

Carbone (%).	Température (°C).	C_E.	K_a.	E_r %.
0,225	900	292	252	+ 16
0,35	925	205	208	— 1,4
0,475	946	183	191	— 4,3
0,61	1022	276	285	— 12,5
0,85	1008	168	182	— 7,8
1,014	965	91	104	— 6,7

Nos mesures se poursuivent dans le sens d'une exploration plus complète en fonction de la température. Elles apportent dès à présent une confirmation satisfaisante, avec des valeurs cependant un peu inférieures, des constantes calculées par Austin et Day à partir de celles des équilibres :

$$\text{C dissous dans le fer } \gamma + CO_2 \rightleftharpoons 2\,CO + \text{fer } \gamma,$$
$$2\,CO \rightleftharpoons CO_2 + C,$$
$$C + 2\,H_2 \rightleftharpoons CH_4.$$

Elles répondent d'ailleurs au vœu exprimé par ces auteurs qui avaient recouru au calcul, faute d'un nombre suffisant de déterminations directes assez précises [1].

DISTILLATION DE PRÉCISION. — *Contribution à l'étude de l'effet du prélèvement intermittent sur l'efficacité des colonnes à rectifier.* Note (*) de M. **René Romanet**, présentée par M. Paul Pascal.

Les têtes de colonne à rectifier peuvent se classer ainsi :

I. Têtes de colonne à prélèvement continu :

a. sur la phase vapeur : tête de colonne à condensation partielle;

b. sur la phase liquide : tête de colonne à condensation totale.

II. Têtes de colonne à prélèvement discontinu :

a. sur la phase vapeur;

b. sur la phase liquide.

Dans le cas du prélèvement discontinu la totalité de la vapeur parvenant à la tête de colonne est prélevée comme distillat (sous forme de vapeur dans le premier cas, après condensation dans le second cas) pendant un intervalle de temps t; la colonne est ensuite laissée à reflux total pendant le temps T; après quoi le même cycle recommence. Pratiquement les têtes de colonne pour prélèvement intermittent sont toujours à commande électromagnétique.

L'alimentation de la colonne étant supposée constante, le rapport $(T+t)/t$ est théoriquement égal au rapport de rétrogradation $V/D=(L+D)/D$. En fait le rapport de rétrogradation effectif est légèrement différent du rapport $(T+t)/t$, la différence entre les deux valeurs étant fonction de la longueur du parcours effectué par le clapet-vanne (dans le cas du prélèvement sur la phase vapeur) ou par le canal mobile d'écoulement (dans le cas du prélèvement sur la phase liquide), du réglage du solénoïde de commande par rapport à son armature mobile, de la quantité de liquide retenu dans la tête de colonne en fonctionnement normal, de l'importance de la condensation produite à la partie inférieure de la tête de colonne par le reflux liquide refroidi à une température inférieure à celle de la vapeur entrant dans la tête de colonne.

---

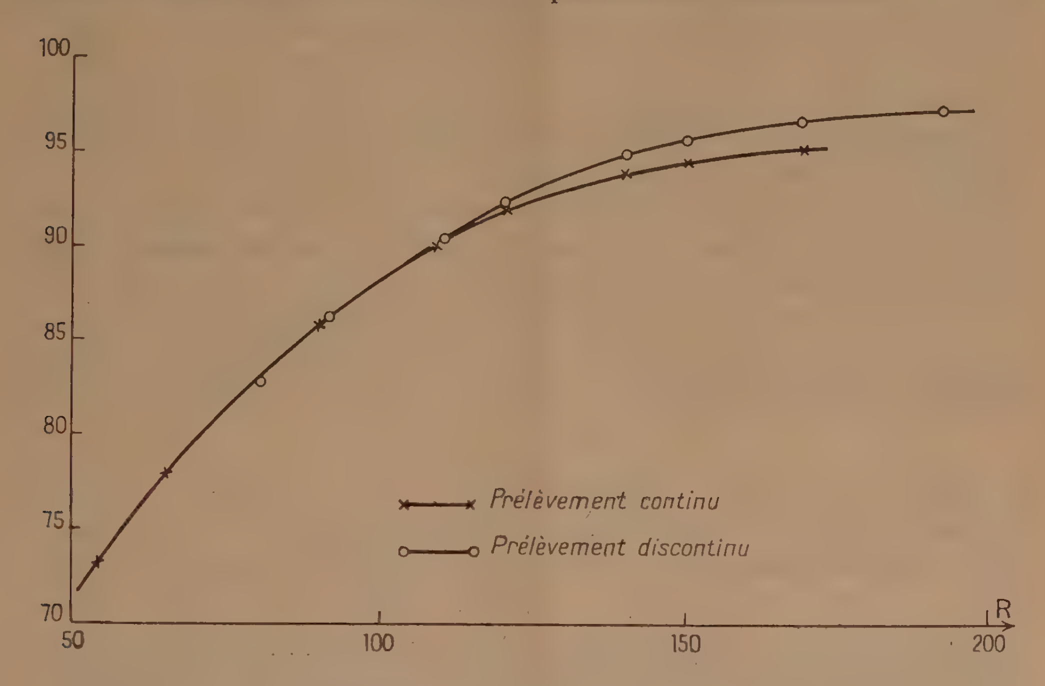
[1] *Controlled Atmospheres,* A. S. M. Édition, 1942, Cleveland, Ohio, U.S.A., p. 20 à 56.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

Il a été signalé que dans certains cas le prélèvement intermittent donnait de meilleurs résultats que le prélèvement continu (1), (2), (3), mais aucune étude systématique n'a été faite sur ce sujet.

L'étude théorique de la question se heurte à des difficultés mathématiques considérables, même dans le cas le plus simple d'un mélange binaire se comportant comme une solution idéale; elle n'a jamais été faite.

L'étude expérimentale systématique elle-même n'a pas été entreprise; le présent travail a pour but de combler partiellement cette lacune.



L'installation de distillation de précision utilisée à cet effet est celle précédemment décrite (3), (4). Le mélange utilisé dans toutes les distillations est constitué par 50 % de *d*-citronellol et 50 % de géraniol. La pression en tête de colonne est maintenue constante $P = 1 \pm 1/150$ mm et est la même dans toutes les expériences. La vitesse d'alimentation de la colonne est maintenue constante $V = 0,28$ mole/h (section de la colonne 3 cm²) et est la même dans toutes les expériences; ceci correspond à un volume liquide mesuré à 15° de l'ordre de 51 cm³/h. Le fonctionnement de la colonne est adiabatique; l'engorgement de la colonne est systématiquement réalisé au début de toutes les expériences afin de s'assurer que tout le garnissage a été mouillé; puis, la vitesse d'alimentation de la colonne étant ramenée à la valeur

(1) W. J. PODBIELNIAK, *Anal. Chem.*, 13, 1941, p. 639.

(2) D. M. OLDROYD et L. A. GOLDBLATT, *Anal. Chem.*, 18, 1946, p. 761-763.

(3) R. ROMANET, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1064.

(4) R. ROMANET, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 412.

ci-dessus, la colonne est laissée 24 h à reflux total, temps au bout duquel elle a pratiquement atteint un régime de fonctionnement stationnaire.

Pour les distillations avec prélèvement continu du distillat on utilise une tête de colonne à condensation totale avec réglage manuel du rapport de rétrogradation (prélèvement sur la phase liquide). Pour les distillations avec prélèvement discontinu, on utilise une tête de colonne à commande électromagnétique, le prélèvement étant effectué sur la phase vapeur; le condenseur est alimenté à vitesse constante avec de l'eau à température constante. Indiquons à titre d'exemple que dans les conditions expérimentales réalisées la valeur moyenne de chaque prélèvement est $a = 1/40\ \text{cm}^3$ pour $t = 1,5$ sec.

L'efficacité de la colonne est déterminée par la concentration en composé le plus volatil (*d*-citronellol) de la fraction distillée comprise entre 40 et 45 % de la quantité totale en distillation ([4]).

La figure donne l'efficacité de la colonne ainsi définie en fonction du rapport de rétrogradation effectif dans le cas du prélèvement continu et dans le cas du prélèvement discontinu, avec $a = 1/6\ \text{cm}^3$ dans ce dernier cas.

L'examen de cette figure montre que l'intérêt du prélèvement intermittent n'est certain que pour les colonnes à grande efficacité utilisées avec des rapports de rétrogradation élevés.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur le calcul des charges électriques formées à l'intérieur des solutions dans des régions de très forte discontinuité du champ électrique.* Note (*) de M. **José Lima-de-Faria**, présentée par M. Louis de Broglie.

L'auteur refait le calcul de Kohlrausch sur les valeurs des charges électriques formées à l'intérieur des solutions dans des régions de très forte discontinuité du champ électrique et, en introduisant la constante diélectrique de l'eau, trouve des valeurs beaucoup plus grandes que celles prévues par Kohlrausch. Ce résultat est d'accord avec le mécanisme de l'accélération de réactions chimiques sous l'action d'un champ électrique.

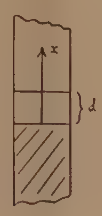
Considérons un tube de verre placé verticalement et contenant deux électrolytes différents séparés par une certaine région de contact d'épaisseur d (voir *figure*). Si les deux électrolytes ont des conductivités différentes et si le tube est traversé par un courant, alors, d'après l'équation de Poisson, une charge électrique doit apparaître dans la région de transition des deux électrolytes.

En 1897 Kohlrausch ([1]) a fait le calcul de cette charge supposant réalisées les conditions optima de discontinuité. Il a admis que l'électrolyte de plus grande conductivité était un électrolyte fort, concentré, et que l'électrolyte mauvais conducteur était de l'eau. D'autre part il a supposé que : *a.* le champ dans la

(*) Séance du 24 novembre 1952.

([1]) *Ann. Phys. Chim.*, 62, 1897, p. 209.

région de l'eau était de 30 V/cm; *b*. dans l'électrolyte bon conducteur le champ était nul; *c*. la transition d'un électrolyte à l'autre s'effectuait dans une région de 1 cm d'épaisseur. Si l'on considère l'électrolyte composé par les ions



A^+ et B^-, et représentant par α et ρ les concentrations par unité de volume exprimées en unités électrostatiques de charge, respectivement des ions A^+ et B^-, l'application de l'équation de Poisson telle qu'elle a été utilisée par Kohlrausch nous donne

$$(1) \qquad \alpha - \rho = -\frac{1}{4\pi}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}.$$

Comme la variation du champ se fait de 30 V/cm (0,1 en u. e. s.) à 0 V/cm, Kohlrausch a fait $-(\partial^2 V/\partial x^2) = 0,1$, et il vient donc de (1),

$$\alpha - \rho = \frac{0,1}{4\pi} = 0,008 \text{ u. e. s.}$$

par unité de volume. La charge totale qui existerait dans la colonne, si le tube avait la section de 1 cm² serait donc de 0,008 u. e. s.. Si la discontinuité se faisait, non dans l'épaisseur de 1 cm mais dans l'épaisseur de 1/1000 mm alors $-(\partial^2 V/\partial x^2) = 10^3$ et $\alpha - \rho = 10^3/4\pi = 80$ u. e. s.. La charge totale serait $80.v = 80.10^{-4} = 0,008$ u. e. s. (v étant le volume). On voit que d'après ce calcul la charge totale ne dépend pas de l'épaisseur de la région de transition.

Voyons maintenant les remarques qu'on doit faire sur le calcul de Kohlrausch. $\alpha - \rho$ étant la différence entre les concentrations des ions par unités de volume exprimées en unités électrostatiques de charge de l'électrolyte concentré, cette différence représente la densité de charge vraie (et non pas la densité de charge libre) et dans ces conditions on doit faire intervenir la constante diélectrique K du milieu et l'équation de Poisson s'écrira

$$(2) \qquad \alpha - \rho = \frac{1}{4\pi}\operatorname{div} K\vec{E}.$$

Pour faire le calcul de la charge, admettons que K et $\vec{E}$ (champ électrique) sont des fonctions de point et que par raison de symétrie variant seulement avec la direction x (voir *figure*). La section du tube étant de 1 cm², la charge

totale R sera

$$(3) \qquad R = \iiint_v (\alpha - \rho)\, dv = \frac{1}{4\pi}\int_0^d \frac{d}{dx} K(x)E(x)\, dx = \frac{1}{4\pi}[K(x)E(x)]_0^d$$

$$= \frac{1}{4\pi}[K(d)E(d) - K(0)E(0)].$$

Puisque $E(0) = 0$, $K(d) = 80$, et que $E(d)$ en régime stationnaire ou quasi stationnaire est égal à $-(\partial V/\partial x) = 0,1$, on obtient pour la charge totale R, $R = 0,1/4\pi \times 80 = 0,64$ u. e. s. On voit que la charge totale est indépendante non seulement de l'épaisseur de la région de transition mais aussi de la manière dont varient la constante diélectrique et le champ à l'intérieur de cette région de transition.

Dans le cas encore plus favorable et facile à réaliser, d'une discontinuité de 100 V/cm à 0 V/cm, la charge serait de 2,2 u. e. s. Cette valeur est beaucoup plus grande que celle prévue par Kohlrausch (0,008 u. e. s.) (²) et déjà très proche des densités maxima de charges obtenues par les moyens électrostatiques (environ 8 u. e. s./cm²).

Les charges ainsi formées correspondent à des quantités d'ions libres très faibles par rapport à la quantité totale des ions dans la solution ; mais elles peuvent cependant par ces effets électrostatiques changer localement et d'une façon considérable la concentration de l'électrolyte diluée environnant, dans le cas des expériences où l'on remplace l'eau par une solution très diluée d'un autre électrolyte (³).

PHYSIQUE MACROMOLÉCULAIRE. — *Sur la théorie de l'effet Maxwell : effet des fluctuations de forme de la molécule. Application à la détermination de la structure des acides nucléiques en solution.* Note (*) de M. **Roger Cerf**, présentée par M. Gustave Ribaud.

On sait qu'il existe deux types simples d'effet Maxwell. *L'effet d'orientation* (¹) (particules rigides allongées) est dû à une orientation préférentielle de ces molécules sous l'action combinée du champ hydrodynamique et de l'agitation thermique. (Θ' = temps d'établissement de l'orientation préférentielle.) *L'effet de déformation* est dû aux tensions hydrodynamiques qui s'exercent sur une particule déformable. Ce dernier effet se présente à l'*état pur* pour une solution de sphères élastiques (Θ = temps de relaxation de déformation de la

---

(²) Kohlrausch a dû ne pas introduire la constante diélectrique de l'eau dans son calcul probablement à cause de l'incertitude qui régnait à l'époque sur sa valeur.

(³) *Voir* la Note précédente et *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 948.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

(¹) A. Péterlin et H. A. Stuart, *Zeits. f. Phys.*, 112, 1939, p. 1.

sphère) lorsque $\Theta' > 3\Theta$. Dans ce cas, étudié antérieurement par l'auteur ([2]), l'influence de l'agitation thermique est négligeable en première approximation.

Les deux formules pour $(\mathrm{tg}\,\alpha)_0$ (lignes neutres) se mettent sous une forme remarquable commune (où l'on pose respectivement $\tau = \Theta'$ et $\tau = \Theta$) :

$$\frac{1}{2(\mathrm{tg}\,\alpha)_0} = \frac{1}{\tau}. \tag{1}$$

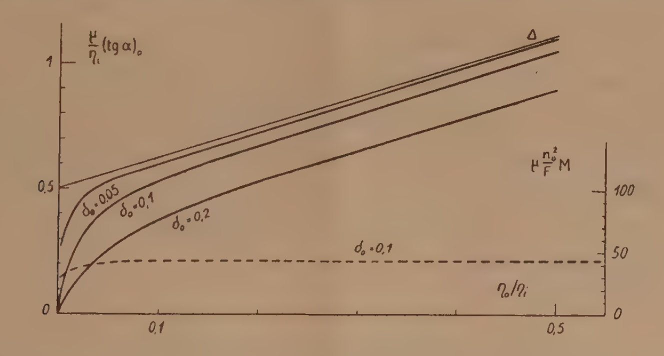
Il suffit pour obtenir ce dernier résultat de porter la valeur de Θ ([3]) dans l'expression de $(\mathrm{tg}\,\alpha)_0$ pour la sphère élastique ([2]).

Appliquant une méthode précédemment décrite ([3]), j'ai généralisé mes résultats antérieurs ([2]) et calculé l'effet Maxwell présenté par une solution de sphères élastiques dans le cas général où l'effet des fluctuations de forme de la molécule n'est pas négligeable, Θ et Θ' n'étant plus liés par l'inégalité précédente. Les résultats sont les suivants :

I. Lignes neutres. — On a

$$\frac{1}{2(\mathrm{tg}\,\alpha)_0} = \frac{1}{\Theta} + \frac{1}{\Theta'}. \tag{2}$$

La figure représente les courbes donnant $\mu(\mathrm{tg}\,\alpha)_0/\eta_i$ pour différentes valeurs de la déformation quadratique moyenne δ_0^2. Lorsque les conditions de validité de mon premier calcul ([2]) sont vérifiées, c'est-à-dire lorsque la viscosité η_0 du solvant est suffisamment grande, on retrouve avec une bonne approximation le comportement caractéristique de l'effet de déformation (droite Δ sur la figure).



Lorsque η_0 décroît, l'effet d'orientation (des configurations non sphériques) se substitue graduellemeut à l'effet de déformation et la courbe s'incurve pour passer par l'origine des coordonnées. Récemment Kuhn ([4]) avait déjà tenté de généraliser mes résultats de 1948; utilisant pour ce calcul un modèle plus rudimentaire que la sphère élastique, il était parvenu à un résultat qui ne s'écarte pas trop de la formule (2).

([2]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1352 ; *J. Chim. Phys.*, 48, 1951, p. 59.

([3]) R. Cerf, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 876.

([4]) W. Kuhn, H. Kuhn et P. Buchner, *Erg. d. exakten Naturw.*, XXV, 1951, p. 1.

II. *Grandeur de la biréfringence.* — La constante de Maxwell est donnée par la formule suivante (courbe en pointillé sur la figure) où le facteur optique F a la même expression qu'en (2)

$$M = 45 \frac{F}{\mu n_0^2} \frac{\frac{\eta_0}{\eta_l} + \frac{4\delta_0^2}{5}}{\frac{\eta_0}{\eta_l} + \frac{4\delta_0^2}{3}}. \tag{3}$$

Ces résultats permettent de préciser les conditions d'emploi du critérium que j'ai donné ([5]) pour faire la distinction entre l'effet d'orientation et l'effet de déformation [mesures de $(\text{tg}\,\alpha)_0$ pour différentes valeurs de η_0] et confirment que de telles expériences permettent de décrire la structure de la molécule en solution. *Les valeurs de η_0 doivent couvrir un domaine aussi étendu que possible.*

a. Si la courbe (C) donnant $(\text{tg}\,\alpha)_0$ en fonction de η_0 est une droite passant par l'origine des coordonnées, la molécule dissoute est très probablement rigide. [Cas du virus de la mosaïque du tabac ([5]).]

b. Si la courbe (C) s'écarte de la droite précédente, la molécule est déformable. L'expérience a toujours fourni, jusqu'à présent, un écart représenté de façon qualitative par la formule (2). Ce comportement fut mis en évidence d'abord pour des polystyrènes ([5]) qui fournissaient des segments de courbe C apparemment voisins de l'asymptote, et par conséquent qualitativement conformes aux résultats (approchés) de mon premier calcul ([2]). La présente théorie conduit à une interprétation nouvelle des expériences de Schwander et Cerf ([6]) sur les acides nucléiques, lesquels apparaissent ainsi comme déformables, contrairement à des conclusions antérieures. Dans ces expériences, la courbure de la courbe (C) ne se manifestait toutefois que pour des valeurs élevées de η_0 ($\sim 0{,}07$ C. G. S.) et ces molécules étaient sans doute encore relativement allongées et rigides. Pour d'autres acides nucléiques ([7]) la courbure apparaît plus tôt (pour $\eta_0 \sim 0{,}01$ C. G. S.) et la courbe (C) coïncide sur une grande longueur avec son asymptote; ces molécules sont sans doute davantage pelotonnées.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Considérations sur l'action de l'ion cobalt dans l'hydrolyse enzymatique des peptides.* Note de M^me **Andrée Goudot**, présentée par M. Louis de Broglie.

Parmi les enzymes un grand nombre contiennent des métaux. Ces métaux ont des caractères communs, facilement dissociables et oxydables, ils sont de plus à l'état bivalent dans l'oligo-élément.

([5]) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 81; *J. de Chimie Phys.*, 48, 1951, p. 85.

([6]) *Helv. Chim. Acta*, 34, 1951, p. 436.

([7]) Horn, Leray, Pouyet et Sadron, à paraître au *J. of Polymer Sc.* Depuis l'envoi du manuscrit, Leray a utilement complété ses résultats expérimentaux.

Nous allons, dans cette Note, faire une étude théorique de l'action enzymatique à l'aide de la chimie électronique et voir si la formation du complexe n'a pas pour résultat la baisse de l'énergie de transition. Les faits expérimentaux qui caractérisent l'action enzymatique sont (1) : 1° La chaîne aliphatique du substrat donne un chélate; 2° Les enzymes forment un complexe avec leur substrat.

D'autre part, R. N. Keller dit que d'après ses expériences sur les peptides, trois molécules de substrat sont coordonnées autour du métal, mais il ne donne pas la nature ni la structure de ce composé intermédiaire. L'exemple que nous avons choisi est l'hydrolyse de la glycylglycine aboutissant à la formation de deux molécules de glycine (glycocolle). Le cobalt est le métal de l'enzyme dirigeant cette hydrolyse.

Complexes covalents. — Suivant la théorie de la valence dirigée un atome peut être acceptateur autant de fois qu'il possède une case vide. Dans le cas que nous étudions, le cobalt bivalent a deux orbites $3d$, l'orbite $4s$ et les trois orbites $4p$ disponibles comme orbites de liaison. Partant des résultats expérimentaux et des propriétés de l'ion cobalt, nous pouvons dire que le complexe formé par l'enzyme et trois molécules de substrat ne peut avoir qu'une structure octaédrique. Le type d'hybridation étant sp^3d^2, les six directions de valence sont dirigées vers les six sommets d'un octaèdre régulier dont chacun est occupé par un groupe amino-acide simple.

L'ion cobalt étant acceptateur d'électrons le complexe enzyme-substrat doit se faire aux dépens des électrons de valence du substrat.

Dans les réactions d'hydrolyse il y a réversibilité, c'est-à-dire qu'il peut y avoir synthèse de deux molécules de glycine formées pour redonner une molécule de glycylglycine. Cependant, les cas de synthèse sont rares car le complexe cobalteux est très instable.

Le passage de l'ion bivalent à l'ion trivalent tient au fait que la molécule de substrat se chélatant un H du groupe amine et OH du groupe carboxyl se rapprochent de l'ion métallique

$$(\mathrm{CoOH})^{++} + \mathrm{H}^{+} = \mathrm{Co}^{+++} + \mathrm{H_2O} \quad \rightarrow \quad (\mathrm{CoOH})^{++} + \mathrm{H} = \mathrm{Co}^{+++} + \mathrm{H_2O} + e^{-}.$$

On peut alors schématiser la réaction d'équilibre hydrolyse-synthèse entre le complexe cobaltique enzyme — trois molécules de glycylglycine et le complexe cobalteux enzyme — six molécules de glycine de la façon suivante :

$$(\mathrm{NH_2}-\mathrm{CH_2}-\mathrm{CO})_6(\mathrm{OH})_3\mathrm{Co}^{+++} + 3e^{-} - 3\mathrm{H}^{+} + 3\mathrm{H_2O} = (\mathrm{NH_2}-\mathrm{CH_2}-\mathrm{CO})_6(\mathrm{OH})_6\mathrm{Co}^{++}.$$

(1) Smith, *Symposia on quantitative biology*, 14, 1949.

Les trois électrons nécessaires à cette relation d'équilibre devant être les électrons libres des trois liaisons peptidiques.

Énergie d'activation. — Cette énergie est par définition la différence entre l'énergie potentielle de l'état activé et l'énergie potentielle de l'état initial. Dans le cas de l'hydrolyse de la liaison peptidique, cette énergie d'activation a été calculée et trouvée égale à 32 kcal (²).

Nous allons, dans cette Note, essayer de voir si la formation du complexe enzyme-substrat n'a pas pour résultat d'abaisser l'énergie de transition.

Dans l'exemple choisi, nous avons :

à l'état initial en présence : 3 mol de glycylglycine et l'enzyme;

à l'état initial dans la catalyse enzymatique, un complexe covalent enzyme-substrat.

Lamb et Larson ont étudié la chaleur de formation d'un certain nombre de cobaltamines. Ils trouvent des valeurs variant entre —55 et —60 kcal.

On peut supposer que cette énergie nécessaire à la formation du système est également répartie entre les 3 mol du substrat soit : 18 à 20 kcal/mol. D'autre part, la chimie théorique nous apprend que les variations d'énergie de la molécule portent sur les électrons mobiles des liaisons multiples, c'est-à-dire sur la liaison peptidique.

Nous trouvons donc pour l'hydrolyse enzymatique de la liaison peptidique une énergie d'activation variant entre $32 - 20 = 12$ kcal et $32 - 18 = 14$ kcal.

Ce sont bien les valeurs expérimentales (²) trouvées pour l'hydrolyse de la liaison peptidique.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Contribution à l'étude du revenu des aciers à coupe rapide.* Note de MM. **André Henri Michel** et **Jean Papier**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Il est généralement admis que l'austénite résiduelle, contenue dans un acier à coupe rapide trempé à partir d'une température avoisinant 1300°, est assez stable pour ne pas se décomposer sensiblement avant 500 ou 600° au cours d'un revenu par chauffe continue. Ainsi, Morris Cohen et Koh (¹) n'ont signalé une telle transformation qu'aux températures nettement supérieures à 400°. Or, nos recherches sur les aciers du type W 18 Cr 4V2, dont une récente Note a précisé le but (²), nous ont fait assister à la décomposition de l'austénite résiduelle à des températures nettement plus basses.

(²) R. Wurmser, *Cinétique des réactions biochimiques*, C. D. U., Paris.

(¹) *Trans. Amer. Soc. Metals*, 27, 1939, p. 1015.

(²) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 619.

Dans un tel acier, trempé à 1300° dans l'huile, puis réchauffé à partir de la température ambiante à la vitesse de 250 degrés/h, l'analyse dilatométrique et l'analyse thermomagnétique montrent nettement une transformation $\gamma \rightarrow \alpha$. Les effets de cette réaction sur le volume spécifique et l'aimantation de

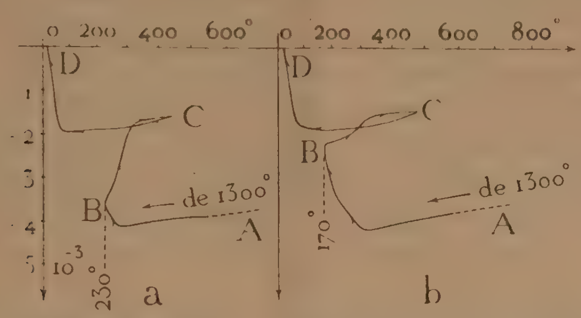


Fig. 1. — Dilatation différentielle. Acier C 0,79; W 18,80; Cr 4,36; V 1,90 %.
AB : refroidissement spontané à l'air. — BC ; chauffage à 250 degrés/h.
CD : refroidissement spontané à l'air.

l'alliage, acquièrent une amplitude plus faible quand la trempe est suivie d'un refroidissement dans l'air liquide, dont le résultat est de compléter la transformation austénite $\rightarrow$ martensite. Enfin, si l'acier brut de trempe est soumis dans le dilatomètre à un revenu isotherme de 7 h, la contraction qui se manifeste au-dessous de 285° se change au-dessus de 330°, en une expansion caractéristique de $\gamma \rightarrow \alpha$.

La technique des refroidissements interrompus par un réchauffage conduit à la même conclusion. Si l'acier, aussitôt refroidi depuis 1300° jusqu'à la température de bain de plomb (*fig.* 1, trajet AB), est réchauffé à la vitesse de 250 degrés/h (trajet BC), une expansion se produit tout aussitôt

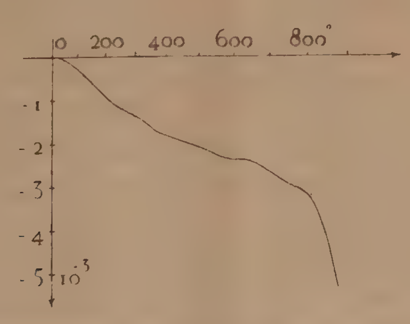


Fig. 2. — Dilatation différentielle du même acier préalablement trempé à 1300° dans l'huile.

quand la température du point B dépasse 225° (courbe 1 *a*) et, quand elle est plus basse, seulement au delà de 225° (courbe 1 *b*). Dans tous les cas, cette expansion s'arrête vers 350°. Ces phénomènes sont qualitativement les mêmes avec l'acier 18. 4. 1. étudié par Morris Cohen et Koh;

mais la transformation bainitique est bien moins intense, ce qui explique qu'elle aît échappé à leur observation.

Au cours d'un revenu par chauffe continue à 250 degrés/h, à partir de la température ambiante (*fig.* 2), le dilatomètre accuse la décomposition de la martensite par deux contractions situées, l'une entre 60 à 270,° l'autre entre 300 et 400°. Ces domaines sont donc chevauchés par l'intervalle où se produit la décomposition de l'austénite résiduelle.

Il nous paraît indispensable de porter l'attention sur cette décomposition, soit qu'elle se borne à surajouter une expansion aux diminutions de volumes caractéristiques du revenu au sein de la martensite, soit qu'elle intervienne pour *modifier la cinétique de ce dernier phénomène.* Nos travaux actuels sont orientés vers la recherche d'une semblable intervention.

En même temps, nous nous efforçons d'élucider les facteurs qui interviennent pour faire varier l'amplitude de l'une ou l'autre des singularités qui traduisent la décomposition de la martensite.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la variation de la carboxyréactivité des cokes au cours même de sa détermination.* Note de MM. **Henri Guérin** et **Lucien Hosti**, présentée par M. Paul Lebeau.

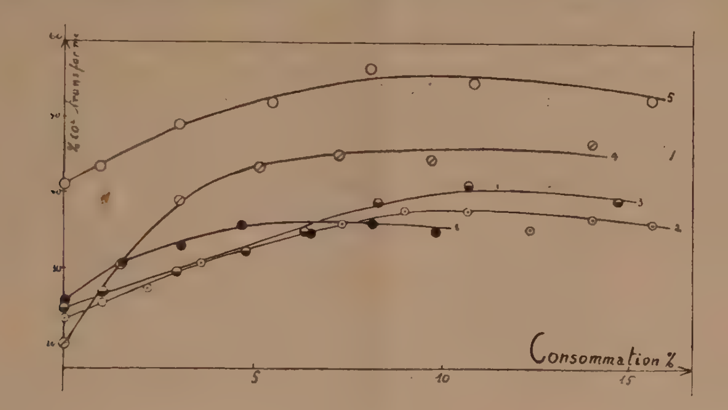
Nous avons déterminé la carboxyréactivité de différents cokes à la température de 1250°, en utilisant une méthode voisine de celle décrite précédemment par l'un de nous ([1]). On fait passer sur l'échantillon de coke (15 cm³, granulé 20-40) un volume déterminé de CO_2 en un temps bien précisé, de la façon suivante : Le tube laboratoire contenant l'échantillon est interposé entre deux ballons A et B, A étant rempli de CO_2 sous une certaine pression tandis que le vide règne dans le tube laboratoire et dans B. En mettant en communication les ballons A et B pendant 30 s, on provoque le passage, sur l'échantillon, d'une quantité de CO_2 rigoureusement identique d'une détermination à l'autre. Par un choix judicieux des volumes des deux ballons (A : 3,5 l et B : 6,5 l) et par l'interposition entre A et le tube laboratoire d'un capillaire convenable (diamètre : 0,6 mm et longueur : 50 cm), le gaz s'écoule à un débit moyen de 20 cm³/s, la variation du débit au cours des 30 s que dure l'essai étant inférieure à 15 %.

Afin d'opérer à 1250°, nous avons utilisé un tube laboratoire en « triangle H » aux extrémités duquel nous avons soudé deux rodages en pyrex. La température du coke, déterminée à l'aide d'un couple thermoélectrique introduit dans le tube sous un protège-couple en alumine, est maintenue constante grâce à un régulateur.

([1]) H. Guérin et M. Dupoizat, *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 165.

Le coke, maintenu dans le vide d'une trompe à diffusion, est porté à 1250°, en 2 h 30 mn, puis dégazé durant 15 mn à cette température. On procède au premier passage de l'anhydride carbonique et, après avoir isolé les ballons A et B, on prélève un échantillon des gaz résultants et l'on fait à nouveau le vide dans le tube laboratoire et dans le ballon B, tandis que la pression de CO_2 dans le ballon est ramenée à sa valeur initiale. On est ainsi à même de procéder à une nouvelle mesure après 30 mn.

On peut alors suivre la variation de la carboxyréactivité à une température constante en fonction de l'usure du coke, celle-ci étant évaluée d'après le volume et le taux de transformation du CO_2 ayant passé sur le charbon.



Les résultats correspondant à cinq cokes nous ont permis d'établir les courbes de la figure qui ont toutes la même allure et suggèrent les remarques suivantes :

A. Dans une première phase, correspondant à une usure inférieure à environ 5 %, la carboxyréactivité des cokes augmente très nettement alors que la masse de l'échantillon diminue;

B. Après une consommation de l'ordre de 5 à 10 % selon les cas, l'indice de carboxyréactivité se stabilise à peu près, puis manifeste une lente diminution qui pourrait s'expliquer par la perte de poids de l'échantillon. En effet, certains essais au cours desquels nous avons maintenu plus de 12 h l'échantillon de coke dans le vide à 1250°, montrent que les phénomènes de graphitation auxquels on pourrait attribuer cette diminution ne jouent pas ici un rôle important.

Ces résultats, comparés à ceux que nous avons obtenus précédemment au cours d'essais opérés à 950° d'après la méthode A.F.N.O.R. modifiée (²) et qui montrent qu'à 950° la carboxyréactivité des cokes, après avoir diminué

(²) H. Guérin et L. Hosti, *Communication présentée au IVe Congrès international de Chauffage industriel*, 1952.

plus ou moins, se stabilisait pour une usure du charbon de l'ordre de 1 à 2 %, permettent déjà de tirer les conclusions suivantes.

1° Les essais effectués, d'une part, à 950°, d'autre part, à 1250°, dans des conditions de durée de contact très différentes, fournissent des valeurs de *carboxyréactivité initiale* telles que, compte tenu de la précision de la méthode, les cokes examinés se classent dans le même ordre; il apparaît donc que la grandeur que l'on détermine dans ces conditions constitue bien une caractéristique des cokes, indépendante de l'appareillage.

2° Les variations de carboxyréactivité constatées tant à 950° qu'à 1250° ne sont aucunement parallèles d'un coke à l'autre, de sorte que les classements que l'on pourrait déduire des valeurs stabilisées ainsi obtenues seraient très différents de celui qui correspond aux réactivités initiales.

3° En mettant l'accent sur l'ampleur des variations que peut subir la carboxyréactivité des cokes au cours même de sa détermination, nos résultats expliquent pourquoi la plupart des essais proposés pour déterminer cette grandeur ne permettent pas d'obtenir au laboratoire un classement des cokes qui soit en accord avec leurs comportements pratiques. Ils montrent qu'on ne pourra prétendre atteindre un tel résultat que lorsqu'on aura mis au point un essai de *carboxyréactivité intégrale*, c'est-à-dire faisant intervenir non seulement le combustible dans l'état où il est introduit dans l'appareil d'utilisation, mais les diverses formes par lesquelles il passe entre le moment où il commence à réagir et celui où il est transformé en mâchefers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des échangeurs d'anions sur la condensation du furfural avec les aldéhydes ou avec l'acétone.* Note (*) de M. **Pierre Mastagli**, M^lle^ **Angèle Floc'h** et M. **Georges Durr**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans cette Note, les auteurs montrent que l'on peut obtenir les α-furfurylidènes-aldéhydes et l'α-furfurylidène-acétone, d'une manière sélective au moyen des échangeurs d'anions du type aminopolystyrolène.

On sait que les échangeurs d'anions, par l'alcalinité qu'ils engendrent autour de leurs molécules, peuvent crotoniser les aldéhydes aliphatiques [1]. C'est ainsi que l'Amberlite IR-4B appartenant aux polyalkylènes-polyamines, fournit à partir de l'œnanthol, de l'œnanthylidène-œnanthol. L'Amberlite IRA-400 de la famille des polystyrolènes contenant des groupes aminoquaternaires, semble avoir une influence beaucoup moins nette sur cette crotonisation. En revanche, c'est un agent de condensa-

(*) Séance du 24 novembre 1952.

(1) Durr et Mastagli, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1038.

tion idéal pour crotoniser les aldéhydes, les cétones aliphatiques sur le furfural.

Tandis que, dans la condensation sodique des aldéhydes avec le furfural, on obtient toujours comme réaction secondaire, des aldéhydes linéaires crotonisées sur eux-mêmes (réaction que l'on évite en partie en faisant réagir une proportion de furfural beaucoup plus grande que la théorie ne le prévoit), au contraire, le IRA-400 fournit sélectivement des α-furfurylidènes-aldéhydes. Non seulement les rendements sont améliorés par cette méthode, mais la pureté des produits y gagne considérablement, puisque les furfurylidènes-aldéhydes ne sont plus souillés par les produits secondaires résultant de la condensation des aldéhydes sur eux-mêmes et possédant des points d'ébullition très proches dans certains cas.

Dans un premier essai, nous avons fait réagir, en chauffant, 100 g d'hexanal sur 120 g de furfural et 30 g d'échangeur Amberlite IRA-400. La réaction se déclenche vers 110° C et devient rapide à 118-120° C. On élimine l'eau à mesure qu'elle se forme. On décante, sépare l'échangeur par filtration et l'on distille.

L'α-furfurylidène-hexanal obtenu a les constantes suivantes :

$É_{760}$ 258-259,5° C; $É_{10}$ 129,5° C; n_D^{16} 1,5689; d_4^{14} 1,019;
PM (par oximation) 179; PM calculé 178.

Le même travail a été effectué avec l'heptanal. 60 g d'heptanal, 100 g de furfural et 20 g d'échangeur Amberlite IRA-400.

On obtient l'α-furfurylidène-heptanal dont voici les constantes :

$É_{17}$ 151,5° C; n_D^{17} 1,5597; d_4^{14} 1,004.
PM (par oximation) 198; PM calculé 192.

D. Ivanoff donne pour le même produit [2] :

$É_{11}$ 135-136,5° C; n_D^{14} 1,534; d_4^{14} 0,9761.

Pour l'acétone, nous avons dû travailler sous pression. Nous avons chauffé : 60 g de furfural, 70 g d'acétone et 15 g d'échangeur.

Nous avons obtenu 30 g de monofurfurylidène-acétone (F 37° C). Le reste est constitué principalement par du difurfurylidène-acétone.

En résumé, il semble que les échangeurs aient une action sélective sur les condensations crotoniques : il est possible de choisir un catalyseur tout à fait adapté à la condensation que l'on désire obtenir, ce qui n'est pas réalisable par les méthodes employant la soude ou la potasse.

---

[2] *Bull. Soc. Chim.*, 35, 1924, p. 1665.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction de l'oxalate d'éthyle par l'hydrure de lithium-aluminium.* Note de MM. **Roger Barré** et **Léopold Favreau**, présentée par M. Marcel Delépine.

La réduction de l'oxalate d'éthyle en éthylène glycol a été obtenue par réaction avec l'hydrure de lithium-aluminium; le rendement de 78 % a été établi par conversion de l'éthylène glycol en benzoate.

La réduction des esters des diacides aliphatiques en diols correspondants a été faite par plusieurs méthodes qui n'ont pas réussi cependant à réduire l'oxalate d'éthyle en éthylène glycol. On pouvait s'attendre à cette anomalie de réactivité de l'oxalate d'éthyle, anomalie qui est commune aux premiers termes des séries fonctionnelles et accentuée dans ce composé par l'influence réciproque des deux fonctions esters contiguës.

L'adipate d'éthyle ayant été réduit avec succès par l'hydrure de lithium-aluminium [1], ce réactif a été essayé avec l'oxalate d'éthyle, et la réduction en éthylène glycol s'est produite. Comme il était difficile d'évaluer par distillation fractionnée la quantité précise d'éthylène glycol formé, nous avons converti ce dernier en benzoate, et, de la quantité de ce dérivé, nous avons établi le rendement de la réaction (78 %). Ainsi donc l'action énergique de l'hydrure de lithium-aluminium a surmonté les difficultés de la réduction de l'oxalate d'éthyle et a permis pour la première fois de le réduire en éthylène-glycol avec un assez bon rendement.

Voici résumés les détails essentiels de cette réduction. 11,3 g d'oxalate d'éthyle dissous dans 150 ml d'éther absolu sont ajoutés par petites quantités à 100 ml d'éther absolu contenant 3,4 g de $LiAlH_4$ préparés suivant la méthode habituelle et contenus dans un ballon à trois ouvertures, muni d'un agitateur mécanique. On agite trente minutes après l'addition et le complexe formé est traité par les méthodes usuelles (acide sulfurique dilué, eau froide, neutralisation par la soude 20 %). Le précipité d'hydroxyde Al-Li est filtré et lavé plusieurs fois par de l'eau. Le filtrat et les eaux de lavage sont concentrés dans le vide à un volume de 150 ml, on ajoute 8 g de NaOH et le tout est additionné graduellement avec agitation mécanique à 24 g de C_6H_5COCl maintenus à 0°C. On obtient 14,5 g de benzoate d'éthylène glycol (F 73°C); le point de fusion de ce composé, mélangé à du benzoate d'éthylène glycol préparé à partir d'un échantillon authentique, ne varie pas. Comme ce dérivé se prépare avec un rendement de 90 %, le calcul donne un rendement de 78 % pour la réduction de l'oxalate d'éthyle en éthylène glycol par l'hydrure de Li Al.

---

[1] R. F. Nystrom and W. G. Brown, *J. Am. Chem. Soc.*, 69, 1947, p. 1197.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les colorants disazoïques dérivés des sels de diméthyl-1.2 benzothiazolium.* Note de M. **Henri Wahl** et Mlle **Marie-Thérèse Lebris**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons signalé ([1]) qu'une molécule d'un sel de diméthyl-1.2 benzothiazolium (I) réagit très facilement avec deux molécules d'un disazoïque pour former des colorants disazoïques auxquels nous avons attribué provisoirement la structure (II).

Cette double copulation a été constatée, même en milieu peu alcalin (pyridine, carbonate ou acétate de sodium) sur plus de vingt sels de diazonium divers. Tous nos efforts pour isoler le terme intermédiaire probable, c'est-à-dire le monoazoïque ont échoué jusqu'ici. Par contre, il a été possible de l'obtenir par des voies détournées.

Ainsi en chauffant une solution alcoolique d'un sel (I) avec le diazoaminobenzène (diphényl triazène) selon le procédé que Knott ([2]) a utilisé en série quinaldique, il se forme un sel cristallisé dont la composition correspond à celle d'un monoazoïque tautomère de l'hydrazone (IV) et (V).

Nous avons en particulier isolé ainsi le méthylsulfate de méthyl-1 phénylazométhylène-2 benzothiazolium (IV) (X = H) qu'on peut aussi nommer méthylsulfate de méthyl-1 phénylhydrazinométhine-2 benzothiazolium (V) (X = H) en beaux cristaux oranges (aiguilles) F 248° $\lambda m = 450$ mμ (alcool) (analyses : trouvé %, N = 11,08-S 16,88; calculé, 11,09 et 16,40 respectivement).

Le même composé s'obtient également en transformant d'abord (I) en azométhine (VI) (méthylsulfate F 194-195°) par condensation avec la *p*-nitrosodiméthylaniline. Cette azométhine réagit à température ordinaire en milieu chlorhydrique sur la phénylhydrazine ([3]) en formant un chlorhydrate $C_{15}H_{14}N_3S, HCl$ — F 219°, en aiguilles orangées $\lambda m = 450$ mμ (Analyses : calculé %, N 13,80; S 10,40; Cl 10,95; trouvé % respectivement, 13,45, 10,60 et 10,94). L'identité des produits obtenus par ces deux méthodes a été contrôlée par la comparaison des points de fusion des chlorhydrates et des nitrates F 263°, presque insolubles dans l'eau froide, ainsi que par l'identité des spectres d'absorption dans le visible.

Comme nous le supposions, ce monoazoïque copule en milieu pyridique avec le chlorure de phényldiazonium en formant un disazoïque en aiguilles orangées F 183° (alcool) dont la composition, le point de fusion et le spectre sont

---

([1]) H. Wahl et M. Th. Lebris, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 631.
([2]) *J. Chem. Soc. Londres*, 1951, p. 1586.
([3]) Humphriess, *J. chem. Soc.*, Londres, 1926, p. 374.

identiques à ceux du produit de la copulation directe du même diazoïque sur (I).

2 mol. de diazoïque

1 mol. de diazoïque

Diazoaminobenzène (III)

Nitroso-diméthylaniline

Phénylhydrazine

(I) (II) (IV) (VI) (V)

D'une façon semblable, en remplaçant la phénylhydrazine par son dérivé *p*-nitré, nous avons obtenu à partir de l'azométhine (VI) le nitrate de méthyl-1 *p*-nitrophénylazométhylène-2 benzothiazolium ou nitrate de méthyl-1 *p*-nitrophénylhydrazinométhine-2 benzothiazolium, aiguilles brunes à reflets métalliques, F 241-242° (Analyses : calculé %, N 18,67; S 8,55; trouvé %, respectivement 18,57 et 8,75).

Le chlorure de *p*-nitrophényldiazonium copule en milieu pyridique avec ce composé en donnant des aiguilles vert mordoré (pyridine) F 287° $\lambda m = 490\,m\mu$ qui sont identiques au produit de copulation directe du même diazoïque sur I.

Ce mode de préparation montre la parenté des nouveaux produits avec les dérivés formazyliques de von Pechmann. Ils en diffèrent cependant par leur existence, en milieu alcalin, sous forme de disazoïques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pureté du bromométhylcoumaranne selon le mode de préparation.* Note de Mlle **Angèle Gabert** et M. **Henri Normant**, présentée par M. Marcel Delépine.

La cyclisation du dibromure de l'acétate de l'*o*-allylphénol, conduit en réalité, à un mélange de 90 % environ de bromométhylcoumaranne et de 10 % de bromo-3 chromanne; on réalise le passage du méthyl-2 bromo-3 benzofuranne à l'*o*-propynylphénol.

Il est admis que l'action de HOK sur le dibromure précédent conduit à un dérivé monobromé unique ([1]), liquide, considéré comme le *bromométhyl-2 coumaranne* (I) :

(A) φ —CH_2—CHBr—CH_2Br —OCOCH_3 $\xrightarrow{HOK}$ φ —CH_2Br O (I) Br O (II)

Or le traitement de l'alcool correspondant à (I) par PBr_3, en présence de pyridine, fournit un bromure cristallisé : $É_{15}$ 138°; F 29-30° (éther de pétrole) ([2]) :

(B) φ CH_2OH O $\xrightarrow{PBr_3}$ φ CH_2Br O

Il paraît donc probable que la réaction (A) engendre, en fait, un mélange des monobromures isomères (I) et (II); ce que l'expérience vérifie.

En effet, l'introduction dans le bromure liquide, préparé suivant (A), d'un germe solide obtenu selon (B), en provoque la prise en masse. Par cristallisations répétées dans l'éther de pétrole, on isole environ 90 % de (I), solide F 29-30°, fondant sans dépression avec un échantillon de provenance (B).

Les eaux-mères fournissent un bromure liquide E_{20} 139-140°; d_{16}^{0} 1,472, qui est le *bromo-3 chromanne* (II) (C_9H_9OBr) dont la structure est établie par transformation en Δ_3 chromène (III) au moyen de HOK alcoolique. Ce dernier a fourni un dibromure F 124-125°; l'épreuve du mélange avec un échantillon de provenance différente ([3]) est concluante.

Au surplus, l'action de $NH(CH_3)_2$ en excès conduit au *diméthylamino-3 chromanne* ($C_{11}H_{15}ON$) E_{15} 125-126°, d_{16}^{12} 1,030, chlorhydrate F 202-203°;

([1]) Adams et Rindfusz, *Amer. Chem. Soc.*, **41**, 1919, p. 648.
([2]) Paul et Normant, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 919.
([3]) Normant et Maitte, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1787.

oxalate acide F 166°, le diméthylaminométhyl-2 coumaranne isomère est connu ([4]), chlorhydrate F 191-192°; oxalate acide F 176°.

Il résulte des considérations précédentes que l'enlèvement de BrH au bromure de provenance (A) doit donner un mélange de (III) et (IV) que l'on sépare

(III) (IV)

effectivement après de nombreux tours.

Le *méthyl-2 benzofuranne* pur (IV), préparé à partir du bromure (I) soigneusement recristallisé, présente les constantes : E_{14} 78-79°, d_4^{19} 1,058; n_D^{19} 1,5360. Son picrate fond à 74-78° (déc.); Stoermer indique F 72-74° ([5]).

Par action de Br_2 en solution éthérée sur (IV), puis de C_2H_5ONa, on obtient (V) E_{12} 103-105; Rdt 88 %

(V) (VI) (VII)

Dans ce composé l'atome de Br, peu mobile, ne se prête pas aux réactions de double décomposition, mais s'échange avec les métaux alcalins (VI) en donnant après réarrangement un phénol acétylénique (VII).

Une réaction analogue a déjà été signalée pour le bromo-3 benzofuranne ([6]).

Le rendement en phénol (VII) est avec Na : 27 % dans le toluène et 50 % dans l'éther; il s'élève à 80-82 % avec le *n*.butyl-lithium en milieu éthéré.

L'*o-propynylphénol* (VII) (C_9H_8O), $É_{11}$ 102°; $d_4^{19,5}$ 1,062 ; $n_D^{19,5}$ 1,5917 présente une odeur agréable rappelant celle du gaïacol. On en a préparé la phényluréthane F 87-88° (C_6H_6) et le dérivé oxyacétique F 113-114° (eau). Par hydrogénation catalytique, en présence de Ni Raney, dans les conditions ordinaires, il fixe $2H_2$, et donne l'*o*-propylphénol $É_{12}$ 103-105° ; phényluréthane F 110-111° ([7]); le dérivé oxyacétique, non décrit, fond à 99-100°.

([4]) Maderni, *Thèse*, Paris, 1934, p. 20.

([5]) Stoermer, *Ber.*, 48, 1915, p. 62.

([6]) Gilman et Melstrom, *Amer. Chem. Soc.*, 70, 1948, p. 1655.

([7]) Claisen, *Annalen*, 418, 1919, p. 88.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les amines β, γ et δ acétyléniques.* Note de MM. **Israël Marszak**, **Roland Epsztein** et **Martin Olomucki**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

L'étude des amines tertiaires γ et δ acétyléniques, composés jusqu'à présent inconnus, a été abordée par la synthèse des termes à fonction acétylénique vraie. Quelques réactions de ces composés, ainsi que de leur homologue inférieur β acétylénique ont été étudiées et plusieurs amines et amino-alcools à fonction acétylénique bisubstituée, préparés.

Nous avons récemment décrit la synthèse du diméthyl amino-1 butyne-3, $HC\equiv C(CH_2)_2N(CH_3)_2$ (I) (1), abordant ainsi l'étude des amines contenant la fonction acétylénique en β, série à notre connaissance entièrement nouvelle. Les relations entre la structure et l'activité pharmacologique de quelques dérivés de ces composés ont été étudiées en collaboration avec M. Jacob (2).

Nous nous sommes proposé de continuer nos recherches dans cette série et de les étendre aux amines γ et δ acétyléniques, composés à notre connaissance également inconnus. Les premiers termes de ces séries, amines à fonction acétylénique vraie, nous semblent présenter un grand intérêt par le fait qu'ils peuvent se prêter à de multiples synthèses grâce à leur atome d'hydrogène mobile. Ainsi nous avons préparé les amines suivantes :

(II)	$HC\equiv C(CH_2)_3N(CH_3)_2$..........	$É_{115}$ 72-72°,5	n_D^{15} 1,4340
(III)	$HC\equiv C(CH_2)_3N(C_2H_5)_2$..........	$É_{40}$ 76°	n_D^{22} 1,4380
(IV)	$HC\equiv C(CH_2)_4N(CH_3)_2$..........	$É_{20}$ 53°	n_D^{19} 1,4320
(V)	$HC\equiv C(CH_2)_4N(C_2H_5)_2$.........	$É_{15}$ 72°	n_D^{15} 1,4430

Le diméthylamino-1 pentyne-4 (II) a été préparé par deux voies différentes : soit à partir de l'amine éthylénique correspondante, par fixation de brome sur son chlorhydrate et enlèvement d'acide bromhydrique au moyen de l'amidure de sodium dans l'ammoniac liquide, avec un rendement de l'ordre de 25 %, soit, avec un bon rendement, par action de la diméthylamine sur l'iodo-1 pentyne-4 (3), préparé à partir du chloro-1 pentyne-4 par traitement avec l'iodure de sodium, le composé chloré résultant de l'action du chloro-1 bromo-3 propane sur l'acétylure de sodium dans l'ammoniac liquide (4). Avec la diéthylamine, l'iodo-1 pentyne-4 a fourni le diéthylamino-1 pentyne-4 (III). Le diméthyl- et le diéthyl- amino-1 hexyne-5 (IV) et (V) ont été obtenus de

(1) Marszak et Epsztein, *Bull. Soc. Chim.*, 1952, p. 441.

(2) Jacob, Marszak, Epsztein et Guermont, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1230.

(3) Eglington et Whiting, *J. Chem. Soc.*, 1950, p. 3650.

(4) Henne et Kenneth, *J. Amer. Chem. Soc.*, 67, 1945, p. 484.

façon analogue en employant l'iodo-1 hexyne-5 obtenu par l'intermédiaire du dérivé chloré correspondant à partir du chloro-1 bromo-4 butane [5].

Les amines à fonction acétylénique disubstituée, diméthylamino-1 hexyne-4 (VI), -heptyne-4 (VII), -heptyne-5 (VIII) et -octyne-5 (IX) ont été préparées par action des halogénures d'alcoyles sur les dérivés sodés des amines (II) et (IV), suivant la technique décrite par Parcell et Pollard [6] et appliquée par nous dans les séries α [7] et β [1] :

(VI)	$CH_3-C\equiv C(CH_2)_3N(CH_3)_2$	$É_{35}$ 72°	n_D^{20} 1,4372
(VII)	$CH_3.CH_2.C\equiv C(CH_2)_3N(CH_3)_2$ ...	$É_{18}$ 73°	n_D^{26} 1,4410
(VIII)	$CH_3-C\equiv C-(CH_2)_4N(CH_3)_2$	$É_{18}$ 75-76°	n_D^{19} 1,4420
(IX)	$CH_3-CH_2-C\equiv C(CH_2)_4N(CH_3)_2$.	$É_{13}$ 84-84°,5	n_D^{18} 1,4450

Les amines à fonction acétylénique monosubstituée se prètent également à la préparation de diverses séries d'amino-alcools acétyléniques. Ainsi, en faisant agir le trioxyméthylène sur le dérivé sodé du diméthylamino-1 butyne-3(I) dans l'ammoniac liquide, ou dans l'éther, nous avons obtenu le diméthylamino-1 pentyne-3 ol-5 : $HOCH_2-C\equiv C(CH_2)_2N(CH_3)_2$, $E_{0,05}$ 77°; n_D^{18} 1,4730, contenant la fonction aminée sur un carbone en β et la fonction alcool sur un carbone en α par rapport au groupement $-C\equiv C-$. En condensant le même dérivé sodé avec l'oxyde d'éthylène, on obtient le diméthylamino-1 hexyne-3 ol-6 : $HO(CH_2)_2-C\equiv C-(CH_2)_2N(CH_3)_2$, $E_{0,2}$ 72°; n_D^{15} 1,4720, contenant les deux fonctions alcool et amine sur des carbones en β par rapport au groupe $-C\equiv C-$.

D'autres réactions sont à l'étude. Dès maintenant, nous pouvons signaler quelques résultats positifs en ce qui concerne la préparation de diamines contenant la fonction acétylénique à des distances variables des fonctions aminées. Les détails de ces travaux seront publiés ailleurs.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la morphométrie du massif palestinien.* Note de M. **Étienne de Vaumas**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Le massif palestinien est limité au Nord par la plaine d'Esdrelon, au Sud par le Negeb, à l'Ouest par la plaine côtière, à l'Est par le Ghor. On peut le diviser en trois parties du Nord au Sud : les parties centrale et méridionale comprennent un noyau montagneux et une région de collines plus basses (la Sephela), la partie septentrionale voit disparaître cette opposition et ne forme plus qu'une région d'altitudes moyennes.

Ses caractéristiques morphométriques sont très remarquables.

---

(5) Newman et Wotiz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 71, 1949, p. 1292.

(6) *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 312 et 1378.

(7) Marszak, Guermont, Epsztein et Jacob, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 530.

1° *Les courbes hypsographiques.* — La montagne considérée dans sa partie septentrionale (secteur central du massif), dans sa partie méridionale (secteur méridional du massif) ou dans son ensemble, montre des courbes à distribution des superficies par tranche d'altitude en un triple compartiment : les altitudes inférieures ont une extension très réduite tandis que les altitudes moyennes occupent presque tout le développement de la courbe; quant aux altitudes supérieures, elles sont pratiquement inexistantes.

Les courbes du massif, au contraire, qu'il s'agisse de chacun des trois secteurs ou de sa totalité, sont très différentes : les altitudes inférieures et supérieures sont beaucoup plus développées, et le point d'inflexion entre les altitudes inférieures et les altitudes moyennes n'apparaît plus que très peu.

2° *Les coefficients de massivité.* — Ils représentent des valeurs considérables, extraordinaires même dans la montagne.

Massif.	Partie septentrionale.....		29 %	Montagne.	Partie Nord...........		59 %
»	»	centrale...........	44	»	»	Sud...........	71
»	»	méridionale........	45	»		Ensemble............	64
»	Ensemble...............		42				

Ces chiffres montrent que l'adjonction de la Sephela au noyau montagneux réduit beaucoup la massivité du haut pays palestinien. Le fait n'a rien d'étonnant mais ce qui l'est beaucoup plus, c'est l'ordre de grandeur des coefficients, tout à fait inhabituel dans un pays de plissements.

3° *Relations des caractéristiques morphométriques avec le relief et la structure.* — Les relations qui ont été établies précédemment entre morphométrie et relief, morphométrie et structure, à propos du massif galiléen, sont également valables pour le massif palestinien (1).

Certains points cependant méritent d'être particulièrement soulignés. La quasi-inexistence des altitudes supérieures et la très grande extension des altitudes moyennes dans la montagne s'expliquent par des sommets encore plus tranquilles qu'en Galilée et par un travail de l'érosion encore plus faible qu'il ne l'était dans ce dernier massif; quant à la superficie très réduite des altitudes inférieures, la raideur des pentes qui dominent la Sephela ou leur caractère abrupt du côté du Ghor explique suffisamment le phénomène.

Le massif palestinien est compact et manque totalement d'aération; les coefficients de massivité le font nettement ressortir et confirment parfaitement ce qui est visible sur le terrain. Quant à la structure, courbes et

---

(1) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1146.

coefficients démontrent amplement à eux seuls combien l'anticlinal de Palestine est plus lourd que celui de Galilée. Son profil en anse de panier est, en effet, extrêmement marqué.

4° *Conclusions.* — De l'étude morphométrique de la Galilée et de la Palestine, se dégagent des conclusions très intéressantes.

La massivité de ces pays est extrêmement forte. Elle est sans aucune commune mesure avec celle des Alpes françaises (23 %), elle dépasse celle des chaînes du type « pli de fond » (Pyrénées françaises : 30,5 %) et surclasse même parfois nettement dans leur partie montagneuse celle des pays hercyniens (Auvergne : 45 %). Inhabituelle dans les régions plissées ordinaires, elle caractérise des plis d'un type très lourd au profil très écrasé.

Cette conclusion ressortait déjà de l'étude du Liban et de l'Antiliban. Il est cependant à noter que la Haute-Galilée (45 %) est encore plus massive que le Liban (42 %), et que la Haute-Galilée libanaise (63 %) dépasse même l'Antiliban proprement dit (57 %). Quant au noyau montagneux palestinien, il bat tous les records avec 64 %, sa partie Sud atteignant même 71 %.

Pour ce qui est du manque d'aération de la Galilée et de la Palestine, il est dû essentiellement à trois causes qui sont : le caractère récent du cycle actuel, la constitution karstique des massifs, l'aridité (ou la subaridité) du climat.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la signification des lacs dans la Morphogenèse des Combrailles.* Note de M. **Jean Dautry**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Des étendues lacustres relativement importantes, localisées sur le revers Sud-Est des Combrailles, occupent de larges dépressions fermées. Leurs émissaires actuels ne se raccordent aux réseaux de la Sioule et du Chavanon que par une série de ruptures de pente très nettes sur tous leurs profils longitudinaux.

D'autres dépressions aussi vastes, de même origine, occupées par des marais ou des tourbières, résultent d'un comblement local. Ces dépressions ou ces lacs traduisent en fait deux stades successifs de la régularisation en cours, dans le cadre d'une évolution indépendante des principaux niveaux de base locaux. Leur alignement général NNE-SSW correspond au rejeu d'une double faille hercynienne (contact anormal à l'Ouest, faille caractérisée à l'Est) séparant les granites de Guéret de ceux d'Auvergne (1).

(1) E. Raguin, *Géologie du granite*, Paris, Masson, 1946; J. Jung, *Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins*, Imp. Nat., 1946, Paris (Mémoires

Cependant, ils n'ont aucun rapport direct avec la structure, et jalonnent *deux ensembles morphologiquement très différents, dont la limite recoupe constamment ces failles, nivelées à plusieurs reprises.*

A l'Ouest, le plateau constitué par des hauteurs très surbaissées alternant avec ces dépressions s'étend sans transitions depuis les plus hautes surfaces de la montagne Limousine, dont elles représentent le prolongement (2). Un réseau aux versants à peine modelés, empâté dans des masses de débris; l'incertitude de l'écoulement à travers des fonds mal draînés montrent que les processus d'érosion aussi bien que ceux d'accumulation agissent là en parfaite indépendance vis-à-vis des réseaux hiérarchisés (Sioulet-Chavanon) avec lesquels ils n'ont rien de commun. Cette évolution se rapproche de celle d'une vieille surface d'érosion, dérivée de la pénéplaine Posthercynienne (3). Mais il faut distinguer deux parties sur cette surface :

a. Au Nord-Est, les plateaux de Mérinchal, Montel de Gelat, Biollet, forment un ensemble homogène, aux interfluves très larges, aux dépressions lacustres importantes mais rares.

b. Au Sud-Ouest, le plateau de Giat, caractérisé au contraire par l'extension des croupes, disposées sans ordre (850 à 900 m) encadrant des dépressions beaucoup plus nombreuses. La topographie y est celle, inconnue partout ailleurs dans les Combrailles, du Haut-Limousin. Le réseau est constitué par un fourmillement d'étangs et de dépressions allongées dans deux directions orthogonales (NW-SE et NE-SW). L'enfoncement des thalwegs s'y manifeste, alors que la dissymétrie structurale des Combrailles y disparaît complètement.

A l'Est de ces deux régions, on relève des traces de plus en plus nombreuses (carte géologique d'Ussel) *d'une couverture Oligocène.* Ces dépôts se composent de débris arkosiques renfermant des sables et argiles avec quartz subanguleux et quelques rares concrétions calcaires. Leur épaisseur augmente progressivement vers le SE (4), ce qui correspond dans l'ensemble au maximum de subsidence de la Limagne proche. Or, au Nord de Pontaumur, le plateau de Saint-Gervais-d'Auvergne et celui de Manzat semblent n'en avoir jamais porté, malgré la facilité de conservation sous

---

pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France); J. M. DAUTRY, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1458.

(2) A. PERPILLOU, *Le Limousin, étude de géographie physique régionale* (*Thèse*, Chartres, 1940, Durand).

(3) L'évolution indépendante de portions importantes des hautes surfaces du Limousin et de l'Auvergne est attestée par le manque de cohésion dans les parties supérieures et moyennes des rivières, et par les différences profondes existant entre les modalités de l'érosion de 700 à 900 m d'altitude, entre 560 et 700 m, puis sur les surfaces inférieures.

(4) Confirmation par M. J. Jung lors d'une conversation en 1951.

des basaltes ([5]). Le fait important *est que la limite amont d'enfoncement du réseau hydrographique et la rareté soudaine des sillons d'érosion se confondent avec la limite probable de cette couverture (Stampienne ?) qui a subi elle-même un début de planation Post-Oligocène.*

Les étendues lacustres et les dépressions précédemment définies se trouvent ainsi à la limite de cette surface d'aplanissement Post-Oligocène ayant tronqué le Tertiaire inférieur et mordu plus ou moins sur le massif ancien [surface alvéolaire ([6])]. La région des lacs n'est donc pas seulement une zone de concentration hydrographique particulière, mais traduit surtout le passage d'une surface dérivée de la pénéplaine post-hercynienne à un aplanissement beaucoup plus récent.

L'interprétation correcte de cette morphogenèse fait ainsi intervenir l'influence des mouvements Tertiaires à l'intérieur même du socle cristallin : postérieurement à la formation d'une surface Eogène ([7]), l'affaissement de la partie Est et Sud-Est, puis un début de planation, montrent dans quelles conditions a dû s'effectuer une banquette d'érosion Aquitanienne ([8]) au cœur du massif ancien cristallin. Les lacs des Combrailles (revers Sud-Est) marquent ainsi le temps d'arrêt imposé à l'hydrographie.

Dans le détail des formes, le plateau des Combrailles porte l'empreinte des climats froids du quaternaire. Dépôts soliflués, niches de nivation, décomposition et écartèlement des granites par les diaclases montrent, surtout vers le Sud, que des influences paléoclimatiques ne sont certainement pas étrangères au modelé définitif de ces régions ([9]).

MÉTÉOROLOGIE. — *Les « bandes supérieures » dans la structure verticale des échos de pluie.* Note de M. **Roger Lhermitte**, présentée par M. Pierre Lejay.

L'étude systématique de la structure verticale des échos de pluie montre que le mécanisme d'apparition des bandes supérieures est dû à des causes multiples et, en faisant intervenir dans certains cas le gradient de vent pour expliquer la forme des échos, renforce l'hypothèse que la bande brillante au voisinage de l'isotherme 0°C a pour origine la fusion partielle de flocons de neige.

([5]) Confirmation pendant l'été 1952. Nos recherches à Sauterre (Puy-de-Dôme) nous ont montré que le contact entre gneiss ou granite et basalte ne comporte pas de couverture meuble, ni même de croûte. La coulée s'est effectuée sur un socle nettoyé, dépourvu de tout dépôt (témoins les gneiss intacts inclus dans la coulée de base).

([6]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1318.

([7]) H. Baulig, *Le plateau central de la France et sa bordure méditerrannénne, étude morphologique* (Thèse, Paris, 1928).

([8]) G. Baeckeroot, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 804; A. Cholley, et S. Mathieu *Comptes rendus*, 194, 1932.

([9]) Mme Beaujeu-Garnier, *A propos du modelé péri-glaciaire du Limousin* (A. G. F., séance du 5 juillet 1952).

Divers auteurs ont constaté la présence, dans la structure verticale des échos de pluie, d'une part d'une bande brillante au voisinage de l'isotherme 0°C et d'autre part de bandes situées à une plus grande altitude, dites bandes supérieures. Bowen (1) a étudié le mécanisme d'apparition de ces bandes supérieures et admis qu'elles sont causées par la congélation spontanée, dans les régions du nuage correspondant à une température d'environ — 17° C, de gouttes d'un diamètre égal ou supérieur à 0,4 mm. Wexler (2) a formulé une autre hypothèse de formation qui fait appel à la croissance de « graupel » (cristaux de glace ayant capté et congelé des gouttelettes) au dépend du contenu en eau liquide du nuage.

Nous avons poursuivi, à Magny-les-Hameaux, l'étude systématique de ces échos à l'aide de deux radars fonctionnant simultanément sur la même longueur d'onde (3,2 cm). L'un (panoramique) donne leur structure horizontale, l'autre en balayant un plan vertical, révèle leur structure verticale. Le premier appareillage permet de déterminer la direction de déplacement; on peut alors choisir pour le second un plan d'analyse correspondant à la direction de rapprochement des échos et éliminer ainsi le décalage latéral possible du faisceau dans le nuage. L'enregistrement cinématographique des images est effectué à l'aide d'un dispositif analogue à celui décrit dans une Note précédente (3).

Nous avons étudié plusieurs situations où l'on remarquait la coexistence d'une bande brillante au voisinage de l'isotherme 0° C et de bandes supérieures. Il apparaît que pour les bandes supérieures observées le phénomène n'est pas aussi simple que celui décrit par Bowen et qu'il peut avoir des causes multiples. En effet, nous avons pu distinguer trois types de bandes ayant un aspect et une évolution différents et dont nous avons rassemblé quelques exemple sur la figure.

a. Bande supérieure pouvant être légèrement inclinée et tombant à la vitesse de 2 à 2,5 m/s vers la bande brillante inférieure dont elle augmente l'intensité au moment où elle la rencontre. Il s'agit vraisemblablement d'un phénomène de même nature que ceux que Bowen a étudiés.

b. Bandes parfois aussi légèrement inclinées se déplaçant sans changement d'altitude. De telles bandes peuvent coexister à des niveaux différents, au même instant : les échos présentent alors une structure feuilletée.

c et *c'*. Bandes en général fortement inclinées. Ce type d'écho peut correspondre à la formation, locale dans le plan d'analyse observé, mais continue dans le temps, de particules de glace. La forme de la traînée de précipitation

---

(1) *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, (3), 1, 1951, p. 125-140.

(2) *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 78, n° 337, 1951, p. 372-376.

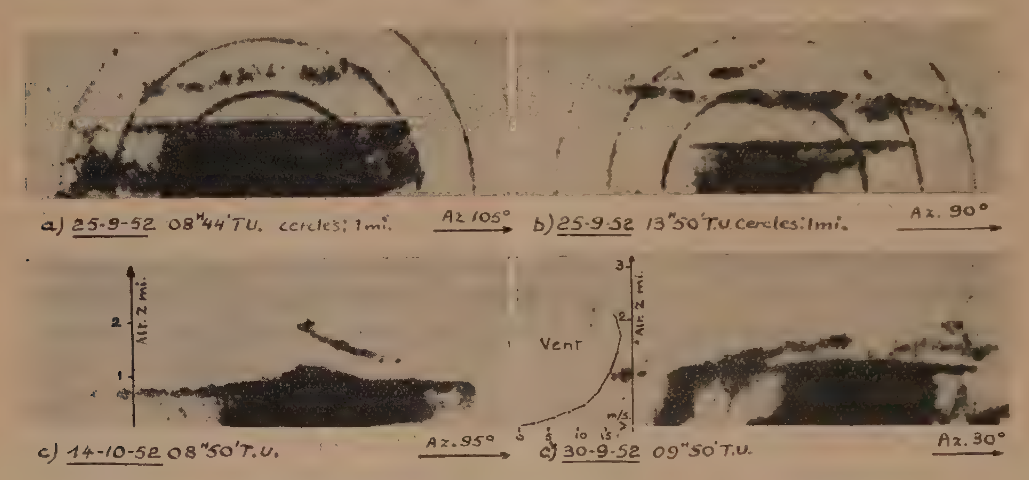
(3) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1210.

produite résulte de la vitesse de chute w de ces particules et du gradient vertical de vent.

En effet, si l'on désigne par x la distance horizontale et par z la distance verticale, l'origine étant prise au lieu de fonction, l'axe oz étant dirigé vers le bas, on a

$$(1) \qquad x = \frac{1}{w}\int_0^z [V(z)\cos\alpha - V_0]\, dz,$$

V_0 étant la vitesse du vent à l'origine, et $V(z)\cos\alpha$ la vitesse du vent à la distance verticale z, projetée sur le plan d'analyse.



Exemples de types de bandes supérieures apparaissant sur l'écran d'un radar explorant le plan vertical dans l'azimut indiqué.

Dans le cas d'une dispersion des vitesses de chute w, on peut montrer que si

$$\int_0^z [V(z)\cos\alpha - V_0]\, dz < 0$$

(cas le plus général : augmentation du vent avec l'altitude), ce sont les particules qui tombent le plus vite qui sont à l'avant de la précipitation.

Ces considérations nous permettent de calculer la vitesse de chute w des particules en fonction de la forme de l'écho et du gradient de vent. En effet, on a, d'après (1) :

$$(1) \qquad w = \frac{dz}{dx}[V(z)\cos\alpha - V_0].$$

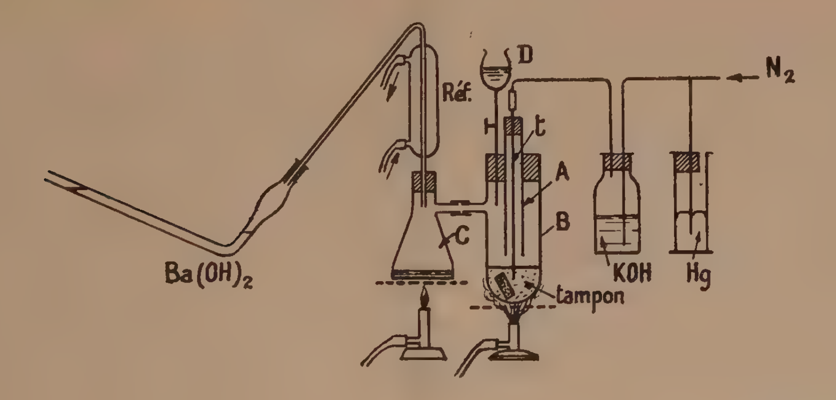
Or sur la figure c' le calcul de cette vitesse donne pour les particules situées au-dessus de la bande brillante 0,5 à 1 m/s et au-dessous 5 à 7 m/s. Ces chiffres qui correspondent bien respectivement à la vitesse de chute d'un flocon de neige et d'une goutte de pluie renforcent l'hypothèse que la bande brillante au voisinage de l'isotherme 0° C est bien causée par la fusion partielle des flocons de neige.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mesure du gaz carbonique total des tissus des fruits. Application à un cas particulier.* Note de M. **Roger Ulrich** et Mlle **Odile Thaler**, présentée par M. Raoul Combes.

Une méthode d'extraction et de dosage du gaz carbonique total des tissus des fruits est décrite et appliquée à des poires Williams. Le gaz carbonique libre des méats est très peu abondant tandis que le gaz carbonique dissous est important par rapport au gaz carbonique total. Il existe un gradient de gaz carbonique de la cellule à l'atmosphère qui entoure les fruits.

En vue de préciser nos connaissances sur les échanges gazeux des fruits, nous avons décrit, il y a quelques années, une technique d'extraction des gaz des méats, appliquée depuis à plusieurs espèces de fruits (1). Pour compléter ces données, nous avons recherché un procédé d'extraction du gaz carbonique total des tissus. Nous sommes partis du même principe que nos prédécesseurs; ceux-ci faisaient bouillir les fragments d'organes dans un liquide : solution saturée de sel (Frémy) ou alcool (Claypool; Wardlaw et Leonard) (2); nous avons par contre jugé utile de changer de liquide et d'appareillage.

Les objets à étudier sont chauffés dans une solution tampon de pH 3 (acide citrique + phosphate disodique) qui offre l'avantage de libérer le gaz carbonique combiné sous forme de bicarbonate.



L'appareil utilisé est figuré ci-dessus schématiquement. On l'utilise de la manière suivante. Les opérations commencent, avant le remplissage des récipients, par un balayage produit par un courant d'azote des parties B et C et des tubes afférents. On remplit ensuite le tube de Pettenkofer et on dispose les objets vivants dans le tube B. Quand on utilise de petits fruits, on les

(1) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 500.

(2) *Ann. Bot.*, N. S., 3, 1939, p. 27-42.

précipite directement en B. Lorsqu'on opère sur des poires ou des pommes, on prélève un cylindre de tissus à l'aide d'un emporte-pièce en acier inoxydable très tranchant A qui fait corps avec le bouchon du récipient B. Le cylindre de fruit est chassé dans le flacon à l'aide du tube *t* pendant qu'un courant d'azote traverse tout l'appareil, entraînant le gaz carbonique dans le tube de Pettenkofer. Au même instant, le tampon est versé de l'ampoule D dans le récipient B et porté rapidement à l'ébullition: celle-ci est maintenue un temps suffisant pour que tout le gaz carbonique soit entraîné.

Il est intéressant de comparer les quantités de gaz carbonique ainsi obtenues à celles qu'on peut extraire des méats, et à la masse de gaz carbonique que le jus de presse renferme aussitôt après son extraction, ou après saturation.

Nous avons groupé ci-dessous, à titre d'exemples, les valeurs correspondant à un lot de poires Williams vertes conservées à + 15°.

Gaz carbonique libre des méats. — Concentration : 2,3 %. Volume des méats (mesuré par pesée après infiltration de liquide) : 4,8 % du volume des tissus, soit pour 10 cm³ de fruit, 0,48 cm³. Masse du gaz carbonique des méats de 10 cm³ de fruit : 0,02 mg.

Gaz carbonique dissous. — Gaz carbonique extrait de 20 cm³ de jus de presse : 2,8 mg [3]. Gaz carbonique soluble à saturation dans 20 cm³ de jus de presse : 31 mg. Gaz carbonique soluble à + 15° dans 20 cm³ d'eau : 40 mg.

Teneur en eau de 10 cm³ de fruits : 8,4 cm³.

La solubilité dans le jus de presse étant inférieure à la solubilité dans l'eau, il semble qu'il y ait peu de gaz carbonique combiné dans le jus; d'ailleurs, la valeur du pH, inférieure à 4, donne à penser que les bicarbonates sont très peu abondants. La concentration du gaz carbonique dans une atmosphère en équilibre avec le gaz carbonique supposé dissous dans le jus serait de l'ordre de 9 %, valeur supérieure à celle observée réellement dans les méats; cette remarque conduit à l'idée d'un gradient entre la cellule et l'atmosphère intercellulaire.

Gaz carbonique total. — Pour 10 cm³ de fruit : 3 mg.

On peut tirer de ces valeurs les rapports ci-dessous :

CO_2 total/CO_2 libre gazeux : 150;

CO_2 total/CO_2 dissous dans le jus de presse : 2,4;

CO_2 sol. à saturation/CO_2 normalement dissous dans le jus de presse : 11.

Ces chiffres montrent que, dans le cas particulier considéré ici, le gaz carbonique total des tissus est considérablement plus important que celui des méats, et même deux fois plus abondant que le gaz carbonique dissous.

([3]) Valeur par défaut du fait de pertes possibles au cours de l'extraction.

Les diverses fractions paraissent donc se présenter de la manière suivante : *gaz carbonique libre* très peu abondant (faible volume et concentration réduite), *gaz carbonique dissous* assez abondant mais à un taux éloigné de celui qui correspondrait à la saturation, *gaz carbonique combiné* à peu près équivalent au précédent, sous une forme autre que celle de bicarbonate. Le passage du gaz carbonique des cellules à l'atmosphère ambiante serait la conséquence du gradient de concentration suivant : 9 % environ (gaz en équilibre avec le suc cellulaire), 2 % (gaz de l'atmosphère des méats), 0,03 % (gaz carbonique de l'air ambiant).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Optimum végétatif et différenciation dans la tige du Blé.* Note de MM. **Jules Carles, Louis Soubiès** et **Roger Gadet**, présentée par M. Albert Demolon.

Le maximum ou le minimum de végétation ne s'accompagnent pas d'une teneur maximum ou minimum de protides ou de glucides, mais d'un écart entre ces teneurs dans les différentes parties de la plante.

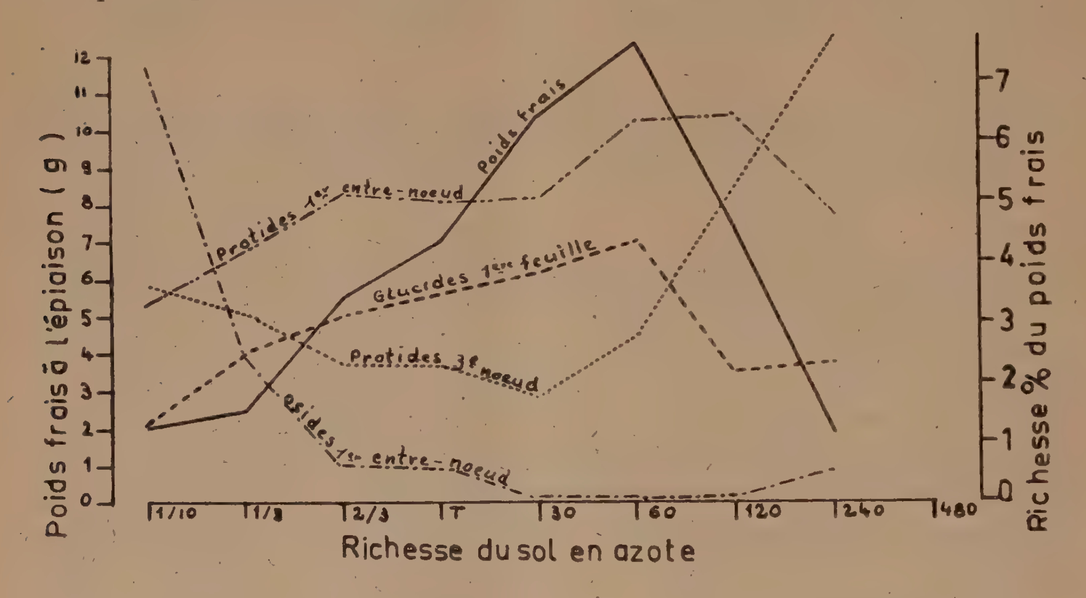
L'analyse détaillée d'un pied de Blé révèle des teneurs inattendues et paradoxales pour certaines de ses parties. La teneur protidique des nœuds surprend par son irrégularité et son indépendance marquée vis-à-vis des parties avoisinantes. Au moment où le grain est au stade laiteux, le deuxième nœud au-dessous de l'épi de la variété Docteur Mazet abondamment pourvue d'azote contient 2,25 % de protides : il est environné par le sommet de l'entre-nœud inférieur qui en contient 1,43 %, la base de l'entre-nœud supérieur 0,81 % et la base de la gaîne 3,32 %. Dans la même variété mal alimentée en azote, la teneur protidique du nœud, au lieu de baisser s'élève à 3,64 %, tandis que les tissus environnants ont baissé de moitié et contiennent respectivement 0,88, 0,74 et 1,67 % de protides.

Une telle anomalie s'intègre dans un ensemble assez surprenant de variations provoquées par l'abondance ou la disette d'azote. Nous avons cultivé du blé de printemps, Fylgia, sur des sols contenant des doses croissantes d'azote minéral. Dans une série de vases nous mélangeons d'abord avec du sable siliceux 1/10, 1/3 et 2/3 de terre (contenant au départ 32 mg d'azote minéral par kilogramme), puis cette terre seule, enrichie ensuite, par kilogramme, de 30, 60, 120, 240 et 460 mg d'azote sous forme de nitrate d'ammoniaque.

Le poids d'un pied de Blé dans ces différents vases localise l'optimum d'azote, optimum qui se déplace avec l'âge, car sur les sols pauvres le départ de la végétation se fait bien : lors du tallage, la plante vivant aux 9/10 sur le sable a un poids supérieur à celle qui a reçu 120 mg d'azote et qui, au moment de l'épiaison, dépassera toutes les plantes sans azote.

Au moment de l'épiaison, cherchons parmi les courbes de teneur en protides

ou glucides établies pour les différentes parties de la plante, celles dont l'allure est la plus typique. Certaines s'apparentent à la courbe des poids : celle des glucides du limbe de la plus haute feuille ou bien celle des protides du haut de l'entre-nœud qui supporte l'épi. Certaines présentent une allure inverse avec un minimum à l'endroit où les précédentes ont leur maximum, et vice-versa : celle des osides du plus haut entre-nœud ou celle des protides du troisième nœud. Voici ces courbes avec les chiffre des dosages ou des pesées, en commençant par les plus pauvres en azote.



	Terre diluée			Terre	Terre enrichie				
	1/10,	1/2.	2/3.	seule.	30 mg.	60 mg.	120 mg.	240 mg.	480 mg.
Poids d'un pied en g :									
au tallage.........	0,97	1,55	2,80	3,47	5,27	4,97	0,90	0,45	0,09
à l'épiaison........	2,02	2,42	5,50	7,00	10,35	12,10	7,13	1,92	–
Teneur en % du poids frais :									
Glucides 1re feuille..	1,30	2,50	3,10	–	3,80	4,34	2,20	2,34	–
Osides 1er entre-nœud...........	7,35	2,50	0,87	0,60	0,11	traces	0,05	0,47	–
Protides 3e nœud...	3,70	3,12	2,27	2,21	1,82	2,70	–	8,70	–
» 1er entre-nœud...........	3,34	4,16	5,15	5,05	5,05	6,35	6,45	4,80	–

La teneur de l'organisme végétal en glucides ou protides ne dépend pas des conditions extérieures, mais de la vie même de la plante qui différencie plus ou moins ses parties. L'opposition des courbes nous fait deviner cette complexité et le rôle divers que certaines des parties de la plante sont susceptibles de jouer dans l'ensemble. Les deux extrémités de ces courbes ne se

retrouvent pas dans l'agriculture, mais elles nous permettront peut-être de diagnostiquer la « bonne santé ».

Considérons des plantes de plein champ : nous y retrouvons les mêmes écarts. Soit la variété Docteur Mazet analysée en détail à la fin de la floraison, F; au state laiteux du grain, L; et au stade pâteux du grain, P. En face du témoin sans engrais sont analysées des plantes poussant dans des parcelles enrichies de 75 et 200 kg d'azote à l'hectare.

	Limbe de 1re feuille				Troisième nœud		Entre-nœuds		
	Oses		Protides		Protides		Osides		
	F.	L.	F.	L.	L.	P.	F.	L.	P.
Témoin	0,80	0,97	7,30	4,16	3,84	2,34	13,0	12,2	0,33
75 kg/ha ...	1,15	1,26	9,75	5,83	3,34	1,78	1,9	9,6	0,18
200 kg/ha ...	–	1,31	–	7,16	2,22	1,23	–	3,3	0,17

Les premières colonnes voient augmenter avec l'abondance d'azote leur richesse en protides et en glucides, tandis qu'elle baisse dans les dernières. La comparaison entre les colonnes 4 et 5, ou entre 2 et 8 illustrent bien cette divergence et cette différenciation.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Liliacées. Développement de l'embryon chez le* Gasteria verrucosa *Duval*. Note de M. **Pierre Crété**, présentée par M. René Souèges.

Toutes les Liliacées dont les lois de l'embryogénie nous sont actuellement connues sont caractérisées par une tétrade en T. Le *Gasteria verrucosa* présente au contraire une tétrade linéaire filamenteuse de la catégorie C_2 et constitue un type embryonomique nouveau, représentatif du mégarchétype I dans le troisième groupe de la classification périodique.

Toutes les Monocotylédones étudiées selon les méthodes modernes de l'embryogénie se rapportent, dans l'état actuel de nos connaissances, aux séries A ou A′ de la classification périodique : les deux cellules supérieures des tétrades, premières pour la série A, secondes pour la série A′, sont séparées par une cloison verticale coïncidant avec l'axe embryonnaire. Des tétrades filamenteuses ont été parfois dessinées ou décrites, notamment chez les Liliacées (1), mais il s'agit d'observations trop incomplètes pour qu'il soit possible d'en tirer utilement parti. Chez le *G. verrucosa*, qui fait l'objet de la présente étude, il existe normalement une tétrade linéaire filamenteuse, formée de quatre cellules superposées, issues de la division transversale des deux éléments *ca* et *cb* du proembryon bicellu-

(1) P. Guérin, *Ann. Sc. nat.*, *Bot.*, 10e série, **19**, 1937, p. 255-265.

laire, tétrade appartenant ainsi à la variante C_2 [2]. Chez une espèce indéterminée du même genre *Gasteria*, K. Schnarf et R. Wunderlich [3] ont figuré une tétrade régulière en T; une seule fois, j'ai observé un cas semblable chez le *G. verrucosa*, où la forme normale est incontestablement la tétrade linéaire (*fig.* 6 à 9).

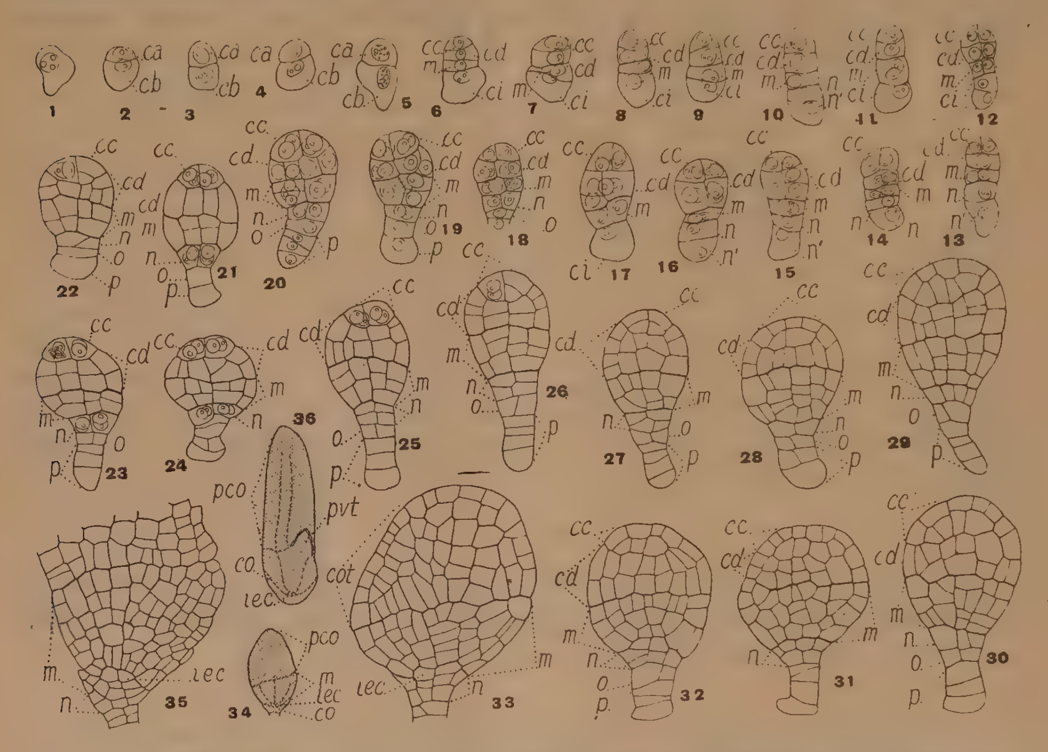


Fig 1 à 36. — *Gasteria verrucosa* Duval. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellules apicale et basale du proembryon bicellulaire; *cc*, cellule-fille supérieure et *cd*, cellule-fille inférieure de *ca* ou étages leur correspondant; *m*, cellule-fille supérieure de *cb*, ou partie hypocotylée; *ci*, cellule-fille inférieure de *cb*; *n*, cellule-fille supérieure de *cb* ou hypophyse; *n'*, cellule-fille inférieure de *cb*; *o* et *p*, cellules-filles de *n'*; *pvt*, point végétatif de la tige; *iec*, initiales de l'écorce de la racine; *co*, coiffe; *pco*, partie cotylée. G. = 280; 80 pour la fig. 34; 28 pour la fig. 36.

Les blastomères possèdent une puissance égale de division jusqu'au stade hexadécacellulaire (*fig.* 19). La cellule apicale est successivement à l'origine de deux éléments superposés, puis de deux dyades supérieure et inférieure représentant des quadrants (*fig.* 12 et 14), qui, en se divisant longitudinalement, donnent naissance à deux étages de quatre octants (*fig.* 16 à 19). L'ensemble des octants sert uniquement à l'édification de la partie cotylée, si bien que la cellule apicale possède en définitive les mêmes destinées que chez les autres Liliacées (*Muscari*, *Allium*, *Anthe-*

(2) R. Souèges, *Comptes rendus,* **224**, 1947, p. 978.
(3) *Flora,* **133**, 1938, p. 297-327.

ricum, *Scilla*). La partie hypocotylée et le point végétatif de la tige prennent naissance à partir de l'étage subterminal, *m*, provenant de la cellule intermédiaire de la tétrade. Assez rapidement, il se produit une dépression latérale de la surface embryonnaire à la jonction des cellules issues des étages *m* et *ca* (*fig.* 33 et 35), puis il se différencie, à partir de l'axe hypocotylé, un cône végétatif volumineux, qui sera plus tard entouré par la gaine provenant de l'élargissement, à la base, de la feuille cotylédonaire (*fig.* 36).

Le *G. verrucosa* présente une hypophyse véritable, puisque c'est la cellule proembryonnaire *n* qui engendre à la fois les initiales de l'écorce de la racine et la portion médiane de la coiffe. Ce blastomère fournit d'abord deux, puis quatre éléments (*fig.* 18 à 21), qui se cloisonnent verticalement (*fig.* 29), parfois après s'être divisés tout d'abord transversalement (*fig.* 25 à 27).

Au contact de l'étage *m*, les cellules circumaxiales isolent, à l'aide d'une paroi horizontale, les quatre initiales de l'écorce au sommet radiculaire (*fig.* 32 à 35). La coiffe se constitue, dans sa partie médiane, à partir des éléments sous-jacents aux initiales précédentes; en son point le plus éloigné du sommet, elle se détache du périblème dont l'assise externe devient ainsi l'assise pilifère. L'étage *o* intervient dans la construction du sommet de la coiffe, mais contribue surtout, avec les cellules issues de l'étage *p*, à édifier un suspenseur toujours bien représenté (*fig.* 30 à 32), parfois même volumineux (*fig.* 26 et 28).

Le *G. verrucosa* appartient au 3e groupe embryogénique de la classification périodique, soit à la variante a_1 de la sous-série a dans la série C. Il y représente un type embryonomique nouveau, correspondant au mégarchétype I (4) et (5).

On voit quel précieux instrument de travail constitue le système périodique, qui nous permet de bien préciser les caractères embryogéniques de ce nouveau type de développement, de faire ressortir l'importance des différences vraiment essentielles qui le définissent et, en même temps, de bien déterminer les rapports qu'il offre avec les types du même mégarchétype et du même groupe embryogénique.

---

(4) R. Souèges, *Embryogénie et classification*, 2e fasc., Partie générale, Essai d'un système embryogénique, Paris, 1939.

(5) R. Souèges, *Embryogénie et classification*, 3e fasc., Partie spéciale, p. 62, Paris, 1948.

BIOMÉTRIE VÉGÉTALE. — *Évolution des distributions de fréquences des tailles des plantules d'une population de Blé.* Note de M. **Jacques Ricard**, transmise par M. Louis Emberger.

La distribution de fréquences des tailles des plantules d'une population de Blé résulte de la superposition d'une infinité de courbes primitivement normales.

La population peut cependant être considérée comme approximativement gaussienne, lorsque l'intervalle de temps séparant la première de la dernière germination est très bref.

A la suite de recherches d'ordre biométrique portant sur certains phénomènes d'intoxication, nous avons pu observer et étudier, au cours de la croissance résiduelle [1] des plantules d'une population de Blé (cultivée en étuve sur papier filtre humide), l'évolution présentée par des distributions de fréquences des tailles de ces plantules [2].

Si t représente les temps (comptés à partir de leur moyenne) de la germination des graines de la population, et x les tailles (comptées à partir de leur moyenne) des plantules portées par les graines ayant germé aux temps t, la distribution de la fréquence des couples (t, x), dans le cas de certaines populations à effectif élevé, pourra être assimilée à l'équation d'une « surface normale [3] ». Des variables t et x étant indépendantes, la fréquence élémentaire des couples (t, x) sera définie par la relation de Gauss :

$$dF = \frac{N}{2\pi\sigma_t\sigma_x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t^2}{\sigma_t^2}+\frac{x^2}{\sigma_x^2}\right)} dt\,dx.$$

Deux sous-populations peuvent, à chaque instant, être distinguées dans la population : la sous-population A comprenant les graines vivantes mais non germées, la sous-population B comprenant toutes les graines germées à l'instant considéré.

Dans le cas, précédemment envisagé, d'une population dont la distribution de fréquences des temps de germination est gaussienne [4], la fréquence rela-

---

(1) La croissance résiduelle des plantules est celle qui s'effectue uniquement aux dépens des matières de réserve accumulées dans la graine.

(2) Cette étude ne porte que sur la croissance du coléoptile et de la gemmüle, mais les conclusions qui en sont tirées semblent pouvoir être étendues à l'ensemble de la plantule.

(3) Dans le cas particulier où les variables t et x sont indépendantes, la « surface normale » est la surface d'équation

$$u(t, x) = \frac{N}{2\pi\sigma_t\sigma_x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t^2}{\sigma_t^2}+\frac{x^2}{\sigma_x^2}\right)}$$

dans laquelle σ_t représente l'écart-type de la distribution de fréquences des t, σ_x l'écart-type de la distribution de fréquences des x et N l'effectif de la population.

(4) Une population est dite « gaussienne », lorsque sa courbe de fréquences est une « courbe normale » ou « courbe de Gauss ».

tive de la sous-population A au temps T_0 sera égale à la probabilité que l'on a, de tirer au hasard, dans la population, une graine qui n'ait pas encore germé au temps T_0.

Les distributions des fréquences des tailles des plantules de la sous-population B peuvent donc être considérées, théoriquement, comme résultant de la superposition d'une infinité de courbes qui, au moment de la germination, sont normales.

De telles distributions de fréquences (même si la loi de distribution des temps de germination n'est pas gaussienne), présentent :

1° Un maximum de fréquences (S_1) des plantules dont la taille est réduite, qui décroît parallèlement à la fréquence des germinations.

2° Un deuxième maximum de fréquences (S_2) des plantules dont la taille est élevée, dû à une diminution de la vitesse de croissance résiduelle.

Si l'intervalle de temps séparant la première de la dernière germination est suffisamment étendu, les maxima S_1 et S_2 peuvent coexister (*fig.* 1).

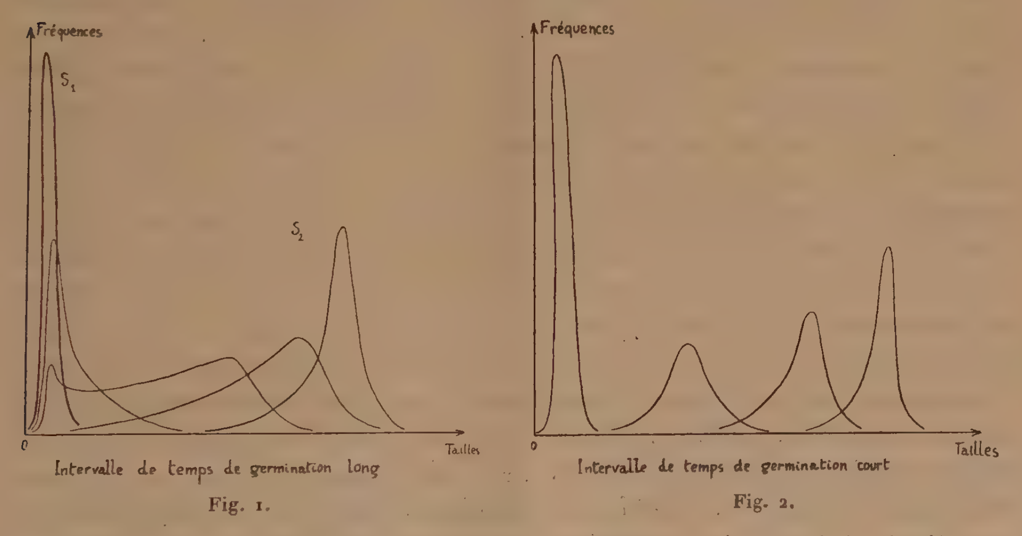


Fig. 1. Fig. 2.

Schéma de l'évolution théorique des distributions de fréquences d'une population de Blé.

La « loi normale » ne pourra donc s'appliquer, avec une approximation d'ailleurs médiocre, à la distribution de fréquences, qu'après un temps assez long et après la disparition totale de la sous-population A.

Si l'intervalle de temps séparant la première de la dernière germination est très peu étendu, la distribution de fréquences, testée au moyen de la méthode des « probits » (Gaddum et Hemmingsen 1933, Bliss 1935) peut être assimilée à une loi normale, bien qu'elle ne le soit pas en toute rigueur (*fig.* 2).

La population n'est d'ailleurs gaussienne qu'assez peu de temps après la germination, la normalité de la distribution devenant de moins en moins marquée au fur et à mesure que le temps s'écoule.

GÉNÉTIQUE. — *Sur la méiose de quelques* Iris Pogocyclus. IV. *Hybrides entre* Pogocyclus $2n(2n=22)$ *ou* $4n(n=22)$ *et* Pogoniris grands $4n(n=24)$. Note de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Parmi les *Pogocyclus* diploïdes ($2n=22$) trois d'entre eux sont anormalement à $2n=46$-47; ils doivent provenir du recroisement d'une F_1 par un *Pogoniris grands* $4n(n=24)$ tandis qu'un doublement chromosomique d'origine ♀ avait lieu ($2n=22\times n=24$: $2n=46$). La méiose de ces hybrides montre la conjugaison des chromosomes *Pogoniris* à l'état triploïde ($12\times3=2n=36$).

Nous avons montré (¹) que les Iris hybrides *Pogocyclus* diploïdes ($2n=22$) issus du croisement des *Oncocyclus* ($n=10$) et des *Pogoniris grands* diploïdes ($n=12$) ont un comportement méiotique en partie asyndétique; le pollen de ces hybrides est non fonctionnel. On connaît aussi des hybrides entre *Oncocyclus* et *Pogoniris grands* tétraploïdes ($n=24$). Parmi ceux-ci, citons : *Ibmac* (*iberica* × *macrantha*) de V. Tubergen (1906), *Ric-Ib.* (*Ricardi Leverrier* × *iberica*) de Denis (1923) et une demi-douzaine de variétés obtenues par White (1933) à partir de *macrantha purissima* × *susiana*. Seuls les deux premiers ont fait l'objet de recherches cytologiques; nous avons signalé qu'ils étaient aberrants (²); au lieu d'être à $2n=34$ ($n=10+n=24$), *Ibmac* est à $2n=44$, c'est un *Pogocyclus* tétraploïde, amphidiploïde, dont les gamètes sont normaux ($n=22$) et le pollen fertile. Par contre, *Ric-Ib* est à $2n=46$ avec une réduction chromatique irrégulière; *Ibmac* comme *Ric-Ib* résultent d'un doublement chromosomique ♀ : *Oncocyclus* ($n=10\times2+n=24$: $2n=44$) ou *Pogoniris* ($2n=36+n=10$: $2n=46$). Signalons aussi qu'un très beau *Pogocyclus* diploïde, *William Mohr* (Mohr, 1922), s'est parfois montré fertile, mais seulement du côté ♀. Aussi, c'est en le recroisant par les *Pogoniris grands* $4n$ que simultanément White, en Californie, et Aylett, en Australie, obtinrent en 1934 les premiers descendants qui, d'après Randolph (³), sont à $2n=46$. En 1940, Reinelt en unissant *William Mohr* à *Ibmac* réussissait une nouvelle combinaison qui donna naissance à *Capitola* à $2n=43$ (Randolph, *loc. cit.*), un nouveau *Pogocyclus* $4n$ (hypotétraploïde). Ces divers hybrides correspondent à l'union d'un ovule diploïde de *William Mohr* avec un gamète ♂ normal ($2n=22+n=24$: $2n=46$). En poursuivant l'étude des *Pogocyclus* de notre collection, nous avons trouvé que les *I. Nazirin*, *Shirin* (*iberica* × *pallida*), *Shushan* (hybride inverse du précédent), *Ibvar* (*iberica* × *variegata*), *Parvar* (*paradoxa* × *variegata*),

(¹) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1544.

(²) *Bull. Biol. France-Belgique*, 69, 1935, p. 178 et *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 894.

(³) *Ann. Iris. Soc.*, n° 107, 1947, p. 68.

Parsamb (*paradoxa* × *sambucina*), *Dorak* (*iberica* × *cengialti*) de Foster, *Dott. Attilio Ragionieri* (*Peau rouge* × *susiana*) de la Comtesse Senni (1937), sont normalement diploïdes à $2n = 22$, alors que les *I. Ismali* (*iberica* × *pallida*), *Lady Lilford* (*paradoxa* × *pallida*) de Foster sont à $2n = 46$; *Congrès*, un recroisement d'*Ibvar* de Cayeux (1924), est lui à $2n = 47$. Il est vraisemblable qu'*Ismali* et *Lady Lilford* sont en réalité des F_2 d'*Ibpall* et de *Parpall* dont l'hybride F_1, tout comme pour *Congrès*, a été fécondé par un gamète ♂ d'un *Pogoniris grands* $4n$, tandis que les ovules gardaient une constitution diploïde ($2n = 22 + n = 24$: $2n = 46$).

D'après ces divers examens chromosoniques les *Pogocyclus* $2n$ ne semblent fertiles que lorsqu'un doublement chromosomique ♀ a lieu, les ovules étant anormalement diploïdes ($2n = 22$). L'incertitude d'un tel processus, parce qu'assez rare, peut être aisément levée en utilisant directement comme géniteurs les *Pogocyclus* $4n$ dont les gamètes ont précisément cette formule diploïde ($n = 22$). Ainsi, en combinant les *Pogoniris grands* $4n$ à *Ibmac* ($n = 22$), nous avons réussi à obtenir *Antipolis* et *Marjoris* [4] à $2n = 46$; de même, les semeurs californiens ont utilisé avec succès *Capitola* ($n = 43/2$) et Randolph (*loc. cit.*), en étudiant l'un de ces derniers hybrides, a noté $2n = 45$ pour *Lady Mohr* (Salbach, 1943). Nous même avons trouvé $2n = 45$ en examinant la constitution chromosonique de *Blue Elegance*, de *Morning Blue*, créés par Jory (1947) et *Peg Dabagh* de Craig (1948); tous les trois sont issus de *macrantha purissima* × *Capitola* [5].

Des examens méiotiques ont été effectués chez les *I. Ismali* et *Congrès* où la réduction chromatique présente des irrégularités; il y existe notamment des univalents (8-19), des bivalents (4-14) et des multivalents; en particulier des trivalents (1-6). On trouve respectivement, en moyenne, par cellule : 14,8 et 14,3 univalents; 8,5 et 9,4 bivalents; 3,7 et 3,9 trivalents; 0,4 tétravalents; 0,2 et 0,08 pentavalents; 0,06 et 0,03 hexavalents; c'est-à-dire 31,0 et 32,6 éléments conjugués pour 12,8 et 14,5 configurations chromosomiques; leur pollen, comme celui de *Lady Lilford*, renferme 40-50 % de grains bien conformés. Un même comportement a été également observé chez un autre *Pogocyclus*, recroisement d'*Ibmac*, obtenu par Denis : Mme *Savouillan* (*Ibmac* × *kashmiriana* var. *Bartoni*) à $2n = 46$. Nous avons trouvé, en moyenne, par cellule : 15,3 univalents; 10,2 bivalents; 3,2 trivalents; 0,1 tétravalents; 0,06 pentavalents, soit 13,5 configurations pour 30,7 éléments conjugués.

Les résultats de ces analyses méiotiques sont à rapprocher de ceux que nous avons déjà trouvés chez les *I. Ric-Ib* (1937, *loc. cit.*), *Antipolis* et

---

(4) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1581.

(5) Ces hybrides nous ont été envoyés par M. le Professeur Jory.

Marjoris (1951, *loc. cit.*). Tous ces *Pogocyclus* à $2n = 46$ ont, en effet, une garniture *Pogoniris* triploïde et un stock haploïde *Oncocyclus* ($n = 12 \times 3 = 36 + n = 10 : 2n = 46$). Or le mode de conjonction observé correspond, d'une part à une conjugaison des 36 éléments *Pogoniris* comparable à celle des *Pogoniris grands* triploïdes ([6]), d'autre part à une asyndèse assez fortement accusée des 10 chromosomes *Oncocyclus*. Il est vraisemblable que les descendants à $2n = 46$ de *William Mohr* et à $2n = 45$ de *Capitola*, issus de *Pogoniris* à $4n$, auront une réduction chromatique voisine du schéma méiotique qui vient d'être décrit.

CÉCIDOLOGIE. — *Édification de galles multiples par une même fondatrice et peuplement des galles d'*Eriophyes macrorhynchus *Nal. sur* Acer Pseudoplatanus *L.* Note de M. **Jean Meyer**, présentée par M. Louis Blaringhem.

La fondatrice printanière et mobile d'*Eriophyes macrorhynchus* est l'auteur de galles multiples. Sous l'action de visites cécidogènes répétées, les galles atteignent leur taille adulte antérieurement à l'important peuplement estival.

De nombreux auteurs ont été frappés de l'absence de cécidozoaire dans les jeunes ébauches destinées à se développer en gîtes d'Acariens. Ce fait est si répandu dans la nature qu'il a donné naissance à la théorie des « acarodomaties » de l'école de Lundström ([1]) selon laquelle, dans un nombre énorme de cas, l'origine des gîtes serait due à une induction uniquement végétale et spécifique. Cette théorie ne peut cependant s'appliquer là où, de toute évidence, ces ébauches n'apparaissent qu'accidentellement, en des points variables du végétal, comme c'est le cas des ébauches vides, destinées à héberger *Eriophyes macrorhynchus* Nal. sur les feuilles d'Érable. C'est à Frank ([2]) que l'on doit les premières études de ces ébauches sur *Acer campestre* L. En avril-mai, Frank, malgré les observations qu'il affirme minutieuses, ne décèle aucun acarien dans les jeunes stades. Selon lui, les ébauches pourraient être déclenchées par des acariens assez rares et mobiles pour échapper aux investigations. L'abandon des ébauches ne serait que provisoire. Nalepa ([3]) conteste la valeur technique de ses observations et critique sa théorie. Mes études effectuées sur *Acer Pseudoplatanus* L. sont de nature à apporter quelques éclaircissements sur le problème.

([6]) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 650.

([1]) *Pflanzen biologische Studien*, II. *Die Anpassungen der Pflanzen an Tiere*, Upsala, 1887.

([2]) *Die tierparasitären Krankheiten der Pflanzen*, Breslau, 1896, p. 41-42.

([3]) *Marcellia*, **24**, 1927, p. 87-98.

1. *Pouvoir multigalligène des fondatrices.* — Certaines jeunes feuilles d'*Acer Pseudoplatanus* L. présentent, de fin avril au début de mai, de nombreuses et minuscules pustules colorées par de l'anthocyane et correspondant à de légères cuvettes de la face inférieure. Ces cuvettes sont presque toutes vides. Une observation poussée, à la loupe binoculaire, permet cependant de repérer quelques très rares acariens terrés dans les cuvettes ou se promenant sur le limbe. Mais la proportion en est infime. Au total, après des observations répétées en 1950 et 1952, la proportion des acariens détectés était de 8 pour environ 160 cuvettes observées sur quatre feuilles différentes. Le développement ultérieur de ces cuvettes nous apprend qu'il s'agit cependant de jeunes stades des galles typiques d'*Eriophyes macrorhynchus* Nal. L'observation des déplacements des acariens sur des feuilles conservées en boîte de Pétri (le pétiole plongeant dans l'eau) permet de vérifier qu'un même acarien visite plusieurs cuvettes.

Concentrant mes observations sur un secteur de 9 cuvettes bien définies, j'ai pu constater, au cours de 15 observations s'échelonnant du 26 avril au 10 mai, que 8 cavités avaient été visitées avec certitude. J'ai encore remarqué que la cavité le plus souvent visitée au cours de mes observations était en avance sur les autres au point de vue différenciation (apparition plus précoce des poils tecteurs ostiolaires).

L'une des objections de Nalepa à l'hypothèse de Frank était l'impossibilité, pour lui, de concevoir qu'un nombre d'acariens, infime au point d'échapper à l'observation, puisse réaliser le développement complet, jusqu'à la taille adulte, d'une multitude de galles, comme celles qui se présentent sur la feuille d'Érable. Mes observations vérifient cependant l'hypothèse de Frank : le fait que, d'une part, dans un secteur donné, la visite de presque toutes les galles a été observée et que, d'autre part, ces visites, échelonnées sur une assez longue période, étaient répétées, permettent de comprendre comment les ébauches, sous une action cécidogène entretenue à des intervalles plus ou moins réguliers, pouvaient toutes finalement atteindre la taille adulte.

Il est intéressant de rapprocher ces résultats des observations faites sur les énormes déformations que constituent les « Wirrzöpfe » sur les Saules. A la suite de plusieurs auteurs, dont en dernière date Maresquelle ([4]), j'ai pu me persuader par moi-même de l'extrême rareté des acariens dans ces déformations. Nalepa ([5]) qui, normalement, admet qu'il doit y avoir autant d'acariens cécidogènes que d'ébauches, reconnaît cependant que, selon toute probabilité, les « Wirrzöpfe » seraient dus à l'action cécidogène d'acariens bien déterminés par lui, mais qui seraient

---

([4]) *Bull. Ass. Philomathique d'Alsace et de Lorraine*, **8**, 1935-1936, p. 213-217.

([5]) *Marcellia*, **21**, 1924, p. 31-58.

en si petit nombre dans les jeunes stades qu'ils pourraient échapper aux chercheurs. Mes observations sur la capacité multigalligène extraordinaire d'*Eriophyes macrorhynchus* appuieraient cette hypothèse en ce sens, qu'elles montrent que quelques rares acariens très mobiles sont effectivement capables d'action cécidogène de grande envergure. D'autre part, ces observations sont de nature à remettre en question l'hypothèse de la préformation d'origine végétale de nombreux cas douteux d'acarodomaties, dont l'étude serait à reprendre à la lumière des faits précités.

2. *Ponte des fondatrices et peuplement des galles.* — En 1950, les premières pontes ont été constatées le 5 mai. Mais ces pontes ne sont encore que peu importantes : sur 8 galles, choisies parmi les plus grosses, il n'y avait que trois œufs répartis dans 2 galles. Vers le 10 mai, de nombreuses cavités sont fermées par des poils. En fin mai, la taille adulte des galles est atteinte, encore à peu près dépeuplées; je finis par trouver la période de peuplement intense en fin juillet. A cette date, presque toutes les galles sont littéralement bourrées d'acariens attachés à la paroi intérieure, plus de 25 parasites dans une galle. Si l'on ouvre des galles en octobre, elles présentent déjà un léger feutrage mycélien entremêlé de mues d'acariens. Il n'y a plus que la moitié des galles qui soit habitée par de rares acariens (1 à 3 par cavité), ce qui nous permet d'admettre qu'est déjà commencée la période de migration vers des lieux d'hivernation que je n'ai pu déterminer.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Sur l'emplacement et les connexions des cellules neuro-sécrétrices dans les ganglions cérébroïdes de quelques Chilopodes.* Note de M. **Manfred Gabe**, présentée par M. Louis Fage.

Une « voie neuro-sécrétrice » relie, chez les Chilopodes, des cellules riches en inclusions acidophiles, situées dans les lobes frontaux, à la « glande cérébrale »; comme la glande du sinus des Crustacés et les *corpora cardiaca* des Insectes Ptérygotes, cette glande contient, en outre, un deuxième produit de sécrétion, formé sur place.

L'existence de cellules neurosécrétrices dans les ganglions cérébroïdes des Insectes et des Crustacés Malacostracés est bien établie à l'heure actuelle; les travaux récents mettent en lumière les connexions de ces cellules avec des formations endocrines céphaliques. Par contre, les données relatives aux Myriapodes ne sont représentées que par une notion négative, à savoir l'absence de cellules neurosécrétrices chez deux Iulides non déterminés, récoltés en Afrique [1]. Or, l'examen des centres nerveux de *Lithobius forficatus* L. au moyen des techniques topographiques m'a

[1] E. et B. Scharrer, *Biol. Rev.*, 14, 1937, p. 185.

montré la présence de cellules ganglionnaires fortement acidophiles; il y avait donc lieu de rechercher des cellules neurosécrétrices chez d'autres Chilopodes, de préciser leurs particularités histologiques et d'étudier leurs connexions.

L'étude de six espèces indigènes (*Scolopendra cingulata* Latr., *Cryptops anomalans* Newp., *C. hortensis* Leach, *Lithobius forficatus* L., *L. calcaratus* Koch, *Geophilus linearis* Koch) m'a permis de déceler un groupe pair et symétrique de grandes cellules ganglionnaires situées au voisinage immédiat des globuli, dans l'écorce dorsale des lobes frontaux. Le diamètre moyen de ces cellules atteint 20 μ et les caractères nucléaires ne permettent pas de les distinguer des autres neurones plasmatiques; les particularités morphologiques du cytoplasme permettent, au contraire, l'identification immédiate de ces éléments. En effet, les cellules en question sont pauvres en ribonucléines pyroninophiles et la majeure partie du cytoplasme est occupée par des grains régulièrement arrondis, dotés d'une affinité marquée pour tous les colorants acides. L'éosine, la fuchsine acide, anilinée ou non, colorent ce produit de sécrétion en rouge; l'hématoxyline au fer lui confère une teinte noire, l'azocarmin le colore en rouge; il apparaît en bleu foncé sur les préparations colorées par l'hématoxyline chromique-phloxine de Gomori et la réaction de Hotchkiss-Mc Manus prouve la présence d'un glucide différent du glycogène.

L'abondance du produit de sécrétion est variable suivant les cellules. Dans certains cas, le cytoplasme est rempli de grains assez petits et uniformément répartis; d'autres fois, on ne trouve que quelques masses plus volumineuses; d'autres cellules, enfin, apparaissent vidées de leur produit de sécrétion.

Ce produit quitte les cellules sous une forme figurée et chemine le long des axones, dont l'affinité pour tous les colorants acides est telle que l'on peut les suivre sans aucune difficulté sur coupes colorées par les méthodes dites générales. Les axones se dirigent dans le sens aboral, ventral et latéral; ils quittent le *protocerebron* et forment le nerf décrit sous le nom de « nerf de Tömösvary » par Saint-Rémy (²), par Haller (³), sous celui de « nerf de l'organe frontal » par Holmgren (⁴).

Le nerf en question, dont le trajet intraganglionnaire a été, en partie, suivi par Holmgren au moyen de la technique au bleu de méthylène et dont le trajet a été sommairement décrit par Fahländer (⁵), se rend à une

(²) *Thèse Doct. Sciences*, Paris, 1890.

(³) *Arch. mikr. Anat.*, 65, 1905, p. 181.

(⁴) *K. Vet.-Akad. Handl.*, 56, 1916, p. 1.

(⁵) *Zool. Bidr. Uppsala*, 17, 1938, p. 1.

formation découverte chez *Lithobius* par Holmgren ([4]) et considérée par cet auteur comme un organe sensoriel (*organe frontal*). Fahländer ([5]), qui décrit succinctement l'emplacement de cet organe chez des représentants des quatre ordres de Chilopodes, estime que ses cellules sont « parfois assez fortement éosinophiles et ressemblent en gros plus à des cellules glandulaires qu'à des cellules nerveuses »; le nom de « glande cérébrale » lui paraît plus conforme à la structure de cette formation que celui d' « organe frontal » et il soulève l'hypothèse de sa nature endocrine, en le rapprochant des *corpora allata* des Insectes et de l'organe X des Crustacés. Hanström ([6]) envisage, avec réserve et en se fondant sur la description de Fahländer, l'homologie éventuelle de cette « glande cérébrale » et de l'organe X des Crustacés.

L'étude histologique montre que cet organe possède tous les caractères morphologiques d'une glande endocrine. Dépourvu de canal excréteur et appendu au nerf mentionné ci-dessus, qui se termine entre les cellules, il affecte la forme d'une grappe chez *Scolopendra*, celle d'une vésicule chez toutes les autres espèces énumérées. Les cellules sont pourvues de noyaux assez clairs et comportent, à certains stades de leur cycle sécrétoire, un ergastoplasme bien développé. Les colorations trichromes mettent en évidence deux produits de sécrétion, dont l'un, colorable par l'éosine, la fuchsine acide, l'orange G de l'Azan, prend naissance dans les cellules de la glande cérébrale. A côté de ce produit, que la méthode de Gomori permet de colorer en rouge, on trouve des grains ou des traînées cyanophiles, disposées le long des terminaisons du nerf; par la méthode de Gomori on les colore en bleu, tout comme les granulations intracytoplasmiques des cellules neurosécrétrices.

Les données histologiques confirment donc l'hypothèse de la nature glandulaire de cet organe, avancée par Fahländer, mais elles ne sont pas en faveur du rapprochement avec les *corpora allata* et l'organe X, proposé par cet auteur. Il doit paraître plus légitime de rapprocher cette glande des *corpora cardiaca* et de la glande du sinus. En effet, elle est innervée, tout comme ces deux formations endocrines, par des cellules neurosécrétrices, situées dans le *protocerebron* et le produit de sécrétion des péricaryones d'origine du nerf y parvient en cheminant le long des axones. D'autre part, ses cellules élaborent un produit acidophile différent de la substance sécrétée par les cellules neurosécrétrices; la même particularité a été récemment mise en évidence à propos des *corpora cardiaca* et de la glande du sinus.

([6]) *K. Vet.-Akad. Handl.*, (3), 18, 1940, p. 1.

HÉMATOLOGIE. — *Examen de la surface des érythrocytes falciformes au microscope électronique.* Note de MM. **Marcel Bessis**, **Michel Bricka** et Mme **Janine Breton-Gorius**, transmise par M. Albert Policard.

Le microscope électronique montre la présence de formations orientées dans les hématies falciformes. Ces observations fournissent un argument important à la théorie de la cristallisation intra-globulaire de l'hémoglobine.

L'examen par transparence, au microscope électronique, des érythrocytes falciformes n'apporte pas de renseignements précis sur la structure de ces cellules (1). Par contre, l'examen de leur surface montre plusieurs ordres de faits.

Nous avons utilisé la méthode des moulages préombrés d'érythrocytes (2) (3) de malades porteurs de l'anomalie et rendus falciformes par l'adjonction de métabisulfite de sodium.

1° On constate la présence de stries parallèles, orientées suivant les axes principaux de la cellule. L'aspect de ces stries évoque la surface de petits bâtonnets disposés parallèlement. La longueur de ces bâtonnets serait égale ou supérieure au micron, leur largeur, assez constante, de l'ordre de 0,3 μ. Cet aspect ne se voit pas au microscope optique, sans doute à cause de la très faible épaisseur de ces structures.

2° On apprécie particulièrement bien les différences d'épaisseur de la cellule. On constate la présence de plateaux très accusés et de parties basses ayant l'aspect de voiles tendus entre ces différents plateaux, ce qui donne l'impression d'une enveloppe contenant des masses localisées qui ne la rempliraient pas complètement.

3° Souvent les contours de ces plateaux ne sont pas réguliers, mais présentent des dents de scie.

L'ensemble de ces constatations suggère fortement l'idée d'une cristallisation de la masse d'hémoglobine contenue à l'intérieur du globule. Les stries visibles sur la surface pourraient correspondre au relief, apparaissant à travers la membrane du globule, des cristaux internes d'hémoglobine, cristaux constitués très probablement par des amas de petits bâtonnets (4).

---

(1) J. W. Rebuck, H. L. Woods et E. A. Monaghan, *Proc. Soc. Exp. Biol. Méd.*, 68, 1948, p. 220-222.

(2) M. Bessis et M. Bricka, *C. R. Soc. Biol.*, 145, 1951, p. 1509.

(3) M. Bessis et M. Bricka, *Rev. Hémat.*, 5, 1950, p. 396-427.

(4) J. W. Harris, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 75, 1950, p. 197-201.

Les observations faites *in vivo* en contraste de phase ([5]) montrent qu'il ne s'agit nullement d'un effet dû à la dessiccation. On constate, en effet,

Divers aspects de la surface des cellules falciformes (G. = 8000 D). — Noter les stries en forme de bâtonnets et les dents de scie qui bordent la partie surélevée, dans sa concavité (en haut, à droite).

la rigidification de la cellule falciformée, qui perd instantanément son mouvement vibratoire caractéristique et qui n'est plus déformable.

([5]) M. Bessis et M. Bricka, *Rev. Hémat.*, 3, 1952, p. 407-435.

ZOOLOGIE. — *Fixation et métamorphoses des larves de* Phylactolémates (Plumatella fungosa, Fredericella sultana). Note de M. **Paul Brien**, présentée par M. Maurice Caullery.

Dès les premiers stades de son développement dans la *Zoécie* maternelle, la larve des *Phylactolémates* édifie un cystide ovoïde ectomésodermique où la pariétopleure délimite une cavité cœlomique se dilatant de plus en plus [Kraepelin (1887-1899), Jullien (1889), Braem (1890-1897-1908)].

Au cours de l'organogénèse, la paroi ectomésodermique du cystide larvaire présente un gradient de basophilie qui va en décroissant de l'avant vers l'arrière. Cette calotte antérieure, très basophile et en prolifération intense, représente la région polypodiale du cystide larvaire. C'est là que se manifeste le bourgeonnement précoce d'un ou de deux polypes, selon qu'il s'agit de *Fredericella sultana* ou de *Plumatella fungosa*.

Autour et à la base de la calotte polypodiale, la paroi du cystide larvaire se dilate et s'élève en un repli circulaire qui s'accentue très vite. Le repli annulaire recouvre bientôt la calotte polypodiale bourgeonnante, l'encapuchonne complètement, la dépasse très fortement par un véritable glissement, d'arrière vers l'avant, de toute la paroi cystidiale.

Par ce mouvement, la région polypodiale en blastogénèse, est refoulée tout au fond du sac cystidial, sous une cloche en forme d'entonnoir, dont le tube étroit et long s'ouvre en avant par un orifice rétréci. Tel est l'aspect de la larve à son éclosion (*fig.* 1).

Pendant que la larve s'édifie, l'ectoderme se différencie. Dans la zone polypodiale très basophile, les cellules ectodermiques prennent bientôt la structure de l'ectoderme des zoécies adultes, elles se chargent de petites inclusions de sécrétion qui confluent entre elles. En prolifération active, elles sont très serrées et l'ectoderme est plissé. Par contre, sur toute l'étendue du cystide larvaire, les cellules ectodermiques deviennent fortement ciliées. Lorsque le repli annulaire se développe, pour entourer la région polypodiale, l'ectoderme de la face externe du repli reste cilié; celui de la face interne qui délimitera la cloche interne et son canal antérieur ne l'est pas, il s'étire, s'amincit, tout en acquerrant les inclusions typiques de l'ectoderme cystidial adulte. Sur toute l'étendue de la paroi se différencient des fibres musculaires longitudinales d'origine pariétopleurale. Pendant la vie libre de la larve, les polypides ne peuvent se nourrir, leurs tentacules étant encore enclos en leur gaine (*fig.* 1).

A sa sortie de la zoécie maternelle, la larve nage en tournant lentement sur son axe antéropostérieur, l'extrémité antérieure en avant; toutefois, le sens de rotation et l'orientation de la larve peuvent se renverser momentanément. Au cours de la vie libre qui peut s'étendre sur près de 24 h,

la paroi ciliée du cystide larvaire se déplisse et subit un déroulement d'ensemble, de l'avant vers l'arrière, précisément dans le sens inverse de celui qui l'avait amené à encapuchonner la région polypodiale. La cloche qui contient cette région polypodiale remonte donc vers l'avant. C'est

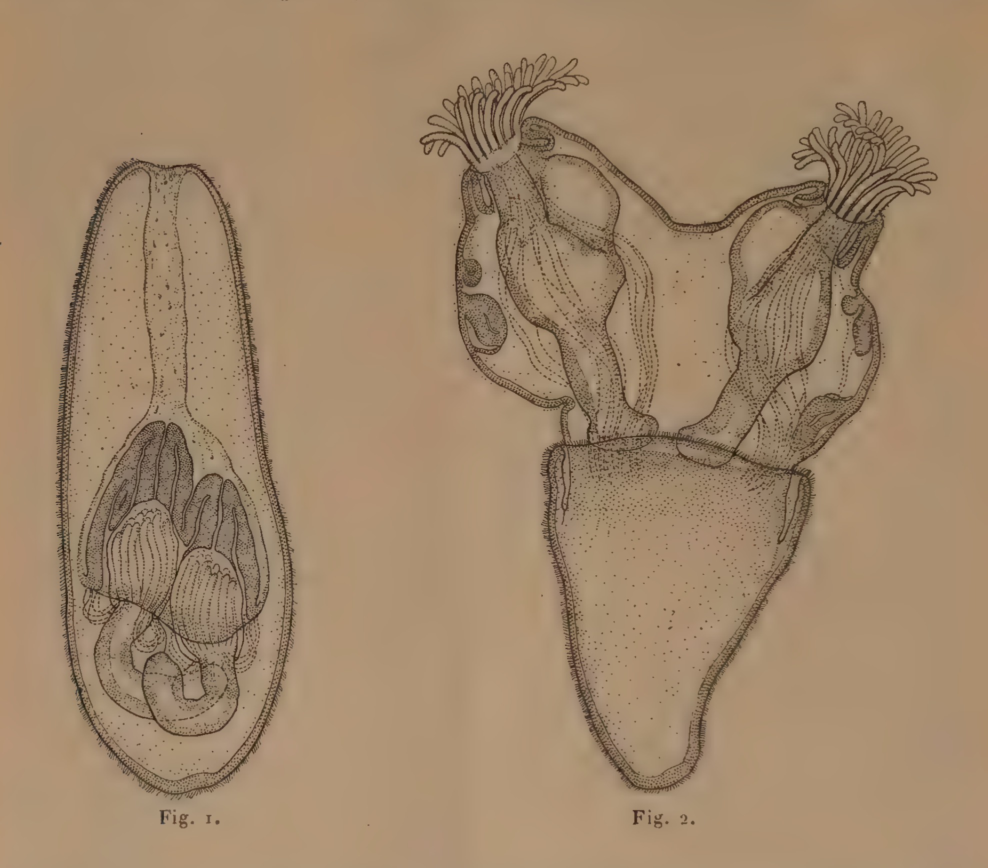


Fig. 1. Fig. 2.

alors que la larve prend l'aspect d'une « montgolfière », selon l'expression de Jullien. L'orifice antérieur se dilate; lentement, la paroi de la cloche, initialement interne, s'excurve, devient externe. La région polypodiale se découvre, émerge du sac cystidial larvaire et se déploie. La larve de *Plumatella fungosa*, toujours nageante, présente donc, à ce moment, la forme d'un Y, comme le représente la figure 2.

Les jeunes zoécies se dégagent de plus en plus, divergent diamétralement, tandis que les lophophores s'épanouissent et deviennent fonctionnels. Les polypides sont capables de vivre, de se nourrir, tandis que chacune des zoécies bourgeonne. A ce moment, la larve, tournoyant sur elle-même, prend contact avec le support, non point par le sac cystidial toujours cilié, mais par la paroi même des zoécies. Celles-ci se fixent par la chitine adhésive que leur ectoderme glandulaire sécrète. Pendant ce temps, la paroi du sac cystidial larvaire postérieur se disloque, sa ciliature

s'efface, il entre en désagrégation. *Une partie* sera incorporée dans le cœlome des zoécies où il s'histolysera. Chez *Fredericella sultana*, au moment où le sac cystidial larvaire entre en involution, il s'invagine intégralement dans la zoécie, étant littéralement aspiré par le cœlome où il s'histolyse.

Il n'existe donc pas, dans ces larves de *Phylactolémates*, des « disques adhésifs » homologues à « l'organe de fixation » des larves de *Gymnolémates* marins. Il n'y a point de « rabattement », de « replis palléaux » destinés à fixer la larve au support.

Les larves de *Phylactolémates*, avant d'éclore, atteignent d'emblée le stade *cystide bourgeonnant*, auquel les larves de *Gymnolémates* aboutissent seulement après leur fixation et leur métamorphose, mais le cystide bourgeonnant des *Phylactolémates* est libre; il est pourvu, lui aussi, d'organes larvaires destinés à disparaître par une métamorphose concomitante à la fixation des jeunes zoécies qui en sont issues.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Métabolisme intermédiaire des Mycobactéries. III. Malicodéshydrogénases et coenzyme I-cytochrome c réductase dans les bacilles tuberculeux.* Note (*) de MM. **Albert Jean Rosenberg** et **Anatole Andrejew**, présentée par M. Maurice Javillier.

La malicodéshydrogénase et la coenzyme I-cytochrome *c* réductase, isolée des bacilles tuberculeux humains avirulents ($H_{37}Ra$), bovins (BCG) et aviaires (A_{17}) virulents pour les Gallinacés, font partie du système suivant, semblable à celui des tissus animaux :

malate → malicodéshydrogénase → coenzyme I-cytochrome *c* réductase → cytochrome *c* → cytochrome oxydase → oxygène.

Après avoir mis en évidence dans les bacilles tuberculeux humains ($H_{37}Ra$), bovins (BCG) et aviaires (A_{17}), outre les cytochromes *a* et *b*, l'existence du cytochrome *c* (1) et du système succinooxydasique (2), nous nous sommes demandé s'il n'existait pas dans ces bacilles une autre voie de réduction du cytochrome *c*.

On sait que le cytochrome *c* est réduit par une cytochrome *c* réductase dans les tissus animaux [Hass, Hogeboom (3)] et dans les végétaux supérieurs [Lockhardt, Rosenberg et Ducet (4)].

Il résulte des mises au point récentes concernant le métabolisme des Myco-

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) A. Andrejew et A. J. Rosenberg, *Bull. Soc. Chim. Soc. Biol.*, 34, 1952, p. 279.

(2) A. Andrejew, *C. R. Soc. Biol.*, 146, 1952, p. 650.

(3) *J. Biol. Chem.*, 177, 1949, p. 847.

(4) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 449.

bactéries ([5]), ([6]), qu'aucune précision n'existe à l'heure actuelle ni en ce qui concerne l'existence dans ces bacilles de la coenzyme I-cytochrome *c* réductase, ni en ce qui concerne les caractéristiques de leur malicodéshydrogénase et de l'ensemble du système correspondant.

Les résultats suivants montrent que les bacilles tuberculeux possèdent le système où interviennent la coenzyme I-cytochrome *c* réductase et la malicodéshydrogénase, qui nécessite le DPN (diphosphopyridine nucléotide, coenzyme I), comme c'est le cas dans les tissus des Mammifères ([7]).

Environ 0,5 à 1 g de bacilles (poids sec), se trouvant dans les limites de la phase logarithmique de croissance en milieu synthétique de Long, sont lavés, homogénéisés dans 50 ml de tampon PO_4 0,03 M, pH 7,4, et soumis aux ultrasons, à froid, pendant 15 mn, à 950 kc/s. Après centrifugation à froid à 16000 tm, ce qui surnage est traité avec 3 vol d'acétone froide. Le précipité, séparé de ce qui surnage par une nouvelle centrifugation à froid, est dissous dans 10 à 15 ml d'eau distillée et la solution est dialysée, d'abord contre l'eau courante pendant 4 h, ensuite contre l'eau distillée pendant 18 h (à la chambre froide).

Par la méthode de Thunberg nous avons obtenu les résultats suivants :

Composition des tubes : 1 ml d'extrait enzymatique dialysé ; 1 ml de tampon PO_4 0,1 M, pH 7,4 ; 0,5 ml de *l*-malate 0,2 M ; 0,1 ml de DPN (100 γ) ; 0,2 ml de CNK 2 M ; 0,3 ml de BM 0,0005 M ; eau distillée q. s. 3,5 ml.

A 37°, le temps de décoloration complète du BM est de 13,14, 30 et 48 mn, pour $H_{37}Ra$, BCG, A_{17} et M.phlei respectivement. La teneur respective de l'extrait enzymatique en matières sèches est de 4,1, 5,6, 12 et 5 mg. Dans tous les cas les témoins restent colorés plus de 420 mn. En l'absence du DPN, la décoloration ne se produit pas dans les limites indiquées ($>$ 420 mn).

Dans une même fraction, isolée du bacille $H_{37}Ra$ (0,658 g en poids sec, soumis aux ultrasons suivant le procédé décrit) et contenue dans 12 ml d'eau (après dialyse), nous avons pu suivre au spectrophotomètre de Beckman, d'abord la réduction du coenzyme I par la malicodéshydrogénase (à 340 mμ) et ensuite la réduction du cytochrome *c* (à 550 mμ), mettant ainsi en évidence dans les bacilles tuberculeux l'existence de la coenzyme I-cytochrome *c* réductase. Ces résultats sont résumés dans la figure.

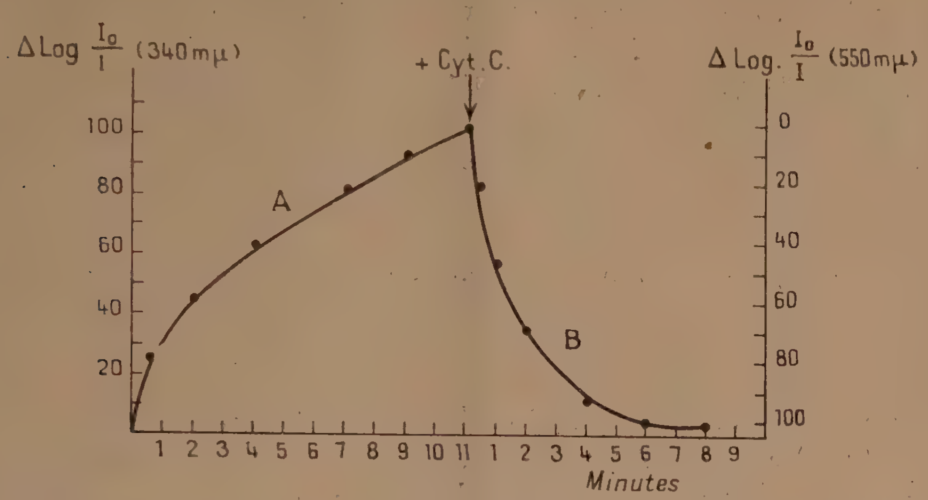
Les courbes correspondantes, obtenues avec les bacilles bovins (BCG), aviaires (A_{17}) et *M. phlei* sont tout à fait semblables à la figure.

([5]) W. F. Drea et A. Andrejew, *The Metabolism of the Tubercle bacillus*. Charles C. Thomas Publ., Springfield, U. S. A., 1952.

([6]) N. L. Edson, *Bact. Rev.*, 15, 1951, p. 147.

([7]) Van R. Potter, *J. Biol. Chem.*, 165, 1946, p. 311.

Dans cette réaction le cyanure peut être remplacé par le glutamate qui indique la présence de transaminases dans ces bacilles.



A : réduction du coenzyme I par la malicodéshydrogénase isolée des bacilles tuberculeux;
B : réduction du cytochrome *c* par la coenzyme I-cytochrome *c* réductase extraite de ces mêmes bacilles

Composition des cuves : 1,7 ml de tampon PO_4 0,1 M, pH 7,4; 0,1 ml de CNK 2 N ou 0,1 ml de glutamate 0,5 M; 0,2 ml de DPN (100 γ); 0,1 ml de nicotinamide 0,1 M; 0,1 ml de 1-malate 0,2; 0,3 m de solution d'enzymes.

Ces mesures du Q_{O_2} des corps bacillaires ayant subi les ultrasons, effectuées au moyen de l'appareil de Warburg, en présence de *l*-malate, de DPN, de nicotinamide, de glutamate et de l'enzyme isolé, montrent que l'addition du cytochrome *c* augmente la respiration de 20 % environ, en couplant ainsi ce système avec la cytochrome oxydase-O_2.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelle chaîne d'activation antirachitique du cholestérol; sa généralité.* Note de M. **Yves Raoul**, Mlle **Noellie Le Boulch**, MM. **Jean Chopin**, **Paul Meunier** et Mme **Andrée Guerillot-Vinet**, présentée par M. Maurice Javillier.

Nos recherches antérieures, complétées par le présent travail, conduisent au schéma suivant de l'activation antirachitique du cholestérol :

	Étapes partielles.	Étapes groupées.					
Cholestérol				↓ g	↓ h	↓ i	
	↓ *a*						
2-4, 2'-4'.-bicholestadiène			↓ f				↓ j
	↓ *b*						
Précurseur (P)		↓ e					
	↓ *c*						
Composé actif en milieu neutre ou acide (A)							
	↓ *d*						
Composé actif en milieu alcalin (B)							

1. *Étapes partielles.* — *a.* La préparation du 2.4, 2'.4'-bicholestadiène se fait régulièrement au moyen de la réaction de Salkowski [1] et, exceptionnellement, au cours de la réaction de Liebermann à chaud [2].

b. Après irradiation du 2.4, 2'.4'-bicholestadiène dans le benzène [3], on chromatographie la solution dans le tétrachlorure de carbone et on élue par l'éther sulfurique. La solution concentrée est traitée par le méthanol à froid, qui entraîne la précipitation d'une partie du précurseur P. Ce corps, vraisemblablement oxygéné, présente généralement un maximum d'absorption à 255 mμ dans l'éther [4].

On peut aussi réaliser cette transformation en chauffant le même carbure pendant 15 mn dans un mélange à parties égales de dichloréthane et d'acide acétique. Après évaporation totale sous vide, on reprend dans le tétrachlorure de carbone, on chromatographie et on termine comme précédemment.

c. Le précurseur formé transitoirement dans l'étape *e* est activable en composé A, mais l'isolement de ce dernier n'a pas pu être réalisé de cette façon. Pour l'isoler, il est préférable d'activer le précurseur en milieu alcalin par la potasse méthanolique à 5 % à l'ébullition pendant 1 mn. On étend d'eau du robinet suffisamment calcaire et on extrait par l'éther sulfurique le précurseur non transformé. On acidifie par SO_4H_2 au tournesol et on extrait à nouveau par l'éther sans peroxyde. Après concentration, on précipite le composé A par le méthanol.

d. Ce dernier corps, remis en contact avec une solution de potasse méthanolique étendue d'eau du robinet, passe, après 12 à 24 h, dans l'éther. Le composé actif B est celui qui a été cristallisé et décrit antérieurement [3], [5].

2. *Étapes groupées.* — *e.* Cette étape se réalise comme l'activation alcaline décrite en *c*, mais sans acidifier, de façon à obtenir directement B.

f. Les réactions photochimique et chimique décrites en *b* conduisent à la fois au précurseur P et au composé A [6].

g, h, i. Ces étapes sont réalisées à partir du cholestérol au cours de son activation directe, notamment par la réaction de Liebermann à chaud [5] que l'on peut arrêter à volonté aux stades P ou B. La préparation du 2.4, 2'.4'-bicholestadiène par la réaction de Salkowski fournit aussi du précurseur. Les premières activations réalisées par Bills [7], Yoder et collabo-

---

[1] *Bull. Soc. Chim.*, 1951, p. 616.
[2] *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 259.
[3] *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 2493.
[4] *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **33**, 1951, p. 1223.
[5] *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1258.
[6] *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 259.
[7] *J. Biol. Chem.*, **67**, 1926, p. 753.

rateurs (8), ou les nôtres à l'aide du dichloréthane et du chlorure d'acétyle (9), correspondent à l'étape *h*.

j. Cette étape peut s'exécuter comme *f* par les voies photochimique ou chimique décrites en *b*, mais en terminant comme en *d*, sans acidification intermédiaire.

Tous les procédés d'activation antirachitique du cholestérol que nous avons réalisés se font, en résumé, par les mêmes intermédiaires et aboutissent aux mêmes corps actifs. Ces composés intermédiaires et les corps actifs sont distincts de ceux comportant le passage par les Δ 5.7-stérols et conduisant aux vitamines D classiques.

Nous avons, de plus, isolé des huiles de foies de morue, de requin et de thon, le précurseur P et les deux formes A et B de notre corps actif et nous les avons identifiés par leurs caractères physiques et chimiques (10). Nous pensons pouvoir, dès maintenant, affirmer la nature vitaminique des corps actifs et nous leur réservons, pour cette raison, le nom de vitamines D 7.

MICROBIOLOGIE. — *Production de cristaux par une souche de* Pasteurella pestis *cultivée sur certains milieux gélosés*. Note de M. **Georges Girard**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Il y a près de 20 ans que J. Robic, associé à nos recherches sur la vaccination contre la peste par un vaccin vivant, remarquait, à la surface de cultures sur gélose inclinée de la souche E. V., des concrétions blanchâtres parsemant la couche microbienne, lesquelles, de prime abord, eussent été prises pour des moisissures. Il n'en était rien et l'examen microscopique montrait qu'il s'agissait de formations dans lesquelles dominaient des aiguilles cristallines au milieu de nombreux bacilles pesteux normaux aisément repiquables à l'état de pureté.

Ces constatations étaient faites à l'Institut Pasteur de Paris dans le laboratoire de E. Dujardin-Beaumetz. Rien de tel ne se produisait à l'Institut Pasteur de Tananarive où nous poursuivions nos travaux sur la même souche vaccinale. Il fallait donc admettre que le milieu utilisé à Paris était le seul favorable à l'apparition d'une anomalie qui, par ailleurs, n'avait jamais attiré l'attention au service de la peste où, depuis longtemps, ce milieu servait à la culture et à la conservation des souches de *P. pestis*.

J. Robic avait noté, à l'époque, que la précipitation des cristaux était liée à un certain degré de dessiccation du milieu, car si les tubes étaient scellés lorsque la culture était suffisamment développée, celle-ci gardait

(8) *Voir* notamment L. Yoder et B. H. Thomas, *J. Biol. Chem.*, **178**, 1949, p. 363.
(9) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1064.
(10) Contrôles biologiques en cours.

son aspect habituel. Il réunit ainsi une collection de tubes qui présentaient plus ou moins de ces concrétions selon qu'ils avaient été scellés à intervalles divers ou non scellés. Néanmoins, le phénomène était inconstant. Ne pouvant être reproduit en série, il revêtait, sans plus, le caractère d'une curiosité bactériologique; en effet, dans des conditions en apparence identiques, les subcultures en provenance de colonies à cristaux en donnaient ou n'en donnaient pas.

Les circonstances nous ayant conduit ces dernières années à étudier la valeur de milieux très variés pour la croissance et le maintien des propriétés de la souche E. V., il nous est arrivé, et Robic a fait une constatation semblable à Tananarive, de voir, occasionnellement, des cristaux sur des cultures ayant poussé sur plusieurs de ces milieux, mais c'est par hasard que nous avons remarqué que *toutes* les colonies isolées sur un milieu particulier étaient après quelque temps parsemées d'une sorte de givre dans lequel nous retrouvions les aiguilles cristallines au sein d'une masse de bacilles pesteux normaux, colonies offrant un contraste saisissant avec celles isolées au cours d'ensemencements pratiqués simultanément sur les autres milieux.

Ce milieu est une macération à *froid de viande fraîche de bœuf* (le cœur ne convient pas), additionnée de 20 g de peptone commerciale de marque « Uclaf » et de 5 g de NaCl par litre, gélosée à 20 ‰; pH final ajusté à 7. Les cristaux se produisent aussi bien sur la surface de la gélose inclinée en tube qu'en boîte de Roux.

Nous sommes désormais en mesure de reproduire régulièrement le phénomène et ainsi d'en poursuivre une étude systématique. Dès à présent, les faits suivants nous semblent acquis :

1° Les néoformations sont composées de cristaux vrais, biréfringents, et de bacilles pesteux. Elles sont, le plus souvent, d'un blanc crayeux, mais parfois jaunâtres. Elles ne se voient jamais sur les tubes témoins, non ensemencés, quel que soit leur degré de dessiccation.

2° Leur transport par repiquage sur un tube de milieu neuf donne toujours une culture normale de *P. pestis* avec toutes les propriétés reconnues à la souche E. V.

3° Les cultures associées à ces cristaux ont une vitalité au moins égale et souvent supérieure, à celles qui ne portent pas de cristaux comme en témoignent les repiquages effectués avec les unes et les autres après plusieurs années de conservation en glacière.

4° Trois clones dérivés de cellules A, B, C, isolées au micromanipulateur par Y. Tchan en 1949 (1), engendrent des cristaux au même titre que l'échantillon original de la souche E. V. dont ils proviennent.

---

(1) *Bull. Soc. Path. Exot.*, 42, 1949, p. 89.

5° Deux souches avirulentes et une virulente de *P. pestis*, une souche de *P. pseudotuberculosis* cultivées sur le milieu ci-dessus défini, ne montrent aucune cristallisation après plusieurs semaines, alors que la souche E. V. en présente dès le 15e jour.

Les recherches en cours apporteront des précisions sur la nature des cristallisations (2) ainsi que sur les processus qui concourent à leur formation. L'hypothèse d'en voir se produire avec d'autres souches que la souche E. V. n'est, au surplus, pas exclue.

A notre connaissance, et compte tenu de l'avis exprimé par les nombreux microbiologistes français et étrangers qui ont eu l'occasion de voir ces néoformations à notre laboratoire, ce serait la première fois qu'elles sont constatées sur une culture microbienne, sous un tel aspect macroscopique.

MICROBIOLOGIE. — *Relation inverse entre les variations des teneurs en antigènes O et Vi de quelques entérobactériacées suivant la température d'incubation.* Note de MM. **André Jude**, **Jacques Servant**, **Pierre Nicolle** et Mlle **Paule Servant**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Les teneurs en antigènes *O* et *Vi*, déterminées par les méthodes sérologique et chimique, dans les cultures *Vi* positives de *Salmonella typhi* et de la souche *Ballerup* incubées à 18°, à 37° et à 41°,5, varient en sens inverse. Dans les formes *Vi* négatives de *S. typhi*, la courbe des variations de l'antigène *O* est analogue à celle de la somme des antigènes *O* et *Vi* des formes *Vi* positives. Ces constatations autorisent à admettre l'existence d'une relation dans la formation de ces facteurs.

Par l'observation de l'irisation des cultures, par la recherche de la sensibilité aux bactériophages *Vi* et par les techniques sérologique (absorption des agglutinines) et chimique (extraction et pesée de l'antigène *Vi*), nous avons constaté antérieurement (1), (2), (3), (4), (5) que la présence et l'abondance de l'antigène *Vi* dans les cultures de diverses Entérobactériacées variaient avec la température d'incubation suivant deux modalités différentes : pour *S. typhi* et *S. paratyphi C.*, la plus grande production se situe autour de 37°, alors que pour *E. coli Vi* et la souche *Ballerup*, l'optimum thermique d'élaboration de ce

---

(2) M. le Professeur G. Bertrand, sur un très faible échantillon de ces cristaux, avait, en 1936, décelé la présence de phosphore, de magnésium et d'un composé azoté, la triméthylamine. Mais le matériel qui lui avait été remis était insuffisant pour autoriser une analyse plus poussée.

(1) A. Jude et P. Nicolle, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1718.

(2) P. Nicolle et A. Jude, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1922.

(3) A. Jude et P. Nicolle, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 2028.

(4) P. Nicolle et A. Jude, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 2313.

(5) A. Jude, P. Nicolle, J. et P. Servant, *C. R. Soc. Biol.*, **146**, 1952, p. 1011.

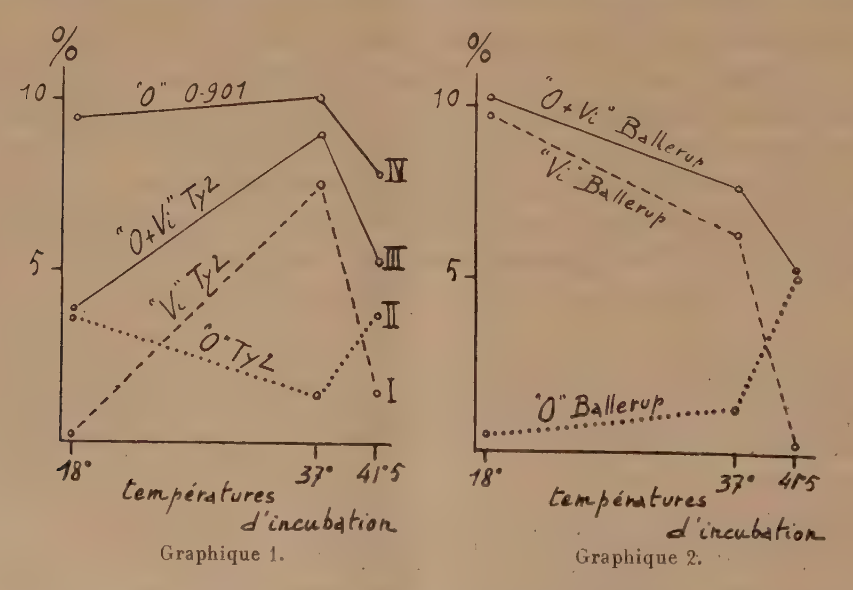
facteur se trouve aux environs de 18°. Nous avons obtenu ainsi deux courbes à allure caractéristique ([4]).

Dans le présent travail, nous avons étudié les variations de l'antigène *O* chez des souches *Vi* positives et *Vi* négatives de *S. typhi* et chez la souche *Ballerup Vi* positive, cultivées à 18°, à 37° et à 41°,5. Les résultats sont entièrement différents suivant qu'on s'adresse aux souches de forme *Vi* positive ou de forme *Vi* négative.

1° *Cas des formes Vi positives* (*S. typhi* Ty 2, Ty 556, Ty 7251, et la souche *Ballerup*). — Chez les souches de *S. typhi Vi* positives, les titrages sérologiques et chimiques montrent que l'antigène *O* est élaboré en plus grande quantité à 18° et à 41°,5 qu'à 37°. Chez la souche *Ballerup*, c'est au contraire à 41°,5 que le maximum de production en antigène *O* est atteint. Dans le tableau suivant sont résumés quelques-uns de nos dosages chimiques, traduits en pourcentage par rapport au poids sec de la récolte.

Température d'incubation.	Formes *Vi* positives.						Formes *Vi* négatives.					
	Ty 2.		Ty 556.		Ballerup.		O 901.		H 901.		51 251.	
	O.	*Vi.*	*O.*	*Vi.*	*O.*	*Vi.*	*O.*	*Vi.*	*O.*	*Vi.*	*O.*	*Vi.*
18°........	3,70	0,11	7,87	0,06	0,42	9,80	9,50	–	7,18	–	9,51	–
37°........	1,34	7,73	1,14	5,86	1,35	6,35	10,08	–	11,53	–	10,39	–
41°,5......	3,80	1,56	6,52	0,46	5,06	0,14	7,95	–	7,96	–	7,54	–

La courbe II du graphique 1 représente les variations de l'antigène *O* chez *S. typhi* Ty 2; la courbe I schématise les variations de l'antigène *Vi* chez cette



Graphique 1. Graphique 2.

souche. Les deux courbes sont inverses : l'antigène *O* est d'autant plus abondant que l'antigène *Vi* l'est moins, ou *vice versa*. Chez la souche *Ballerup*

(*graphique* 2), il en est de même; mais les courbes *O* et *Vi* ne s'entrecroisent qu'une fois puisque la production de l'antigène *Vi* va en diminuant de 18° à 41°,5.

2° *Cas des formes Vi négatives* (*S. typhi* O 901, H 901 et Ty 51 251). — Ces trois souches n'élaborent d'antigène *Vi* à aucune des températures étudiées. A 37°, la quantité d'antigène *O* élaborée est à son maximum; à 18°, elle est légèrement inférieure; à 41°,5, elle est nettement plus faible (tableau I et courbe IV du graphique 1). Là encore, la production de l'antigène *O* varie quantitativement suivant la température, mais elle affecte une allure entièrement différente de celle constatée pour la production de ce même antigène par les formes *Vi* positives.

Les variations toujours inverses des teneurs en antigènes *O* et *Vi* chez les formes *Vi* positives conduisent à se demander si la production de ces deux facteurs n'est pas étroitement liée : existence d'un matériel commun initial servant à l'élaboration, suivant la température d'incubation soit de l'antigène *O*, soit de l'antigène *Vi*, ou transformation de l'un ou l'autre, ces deux processus pouvant être sous la dépendance d'enzymes à optimum thermique différent, variable d'ailleurs suivant les espèces microbiennes envisagées.

VIROLOGIE. — *Action de certains inhibiteurs enzymatiques sur la multiplication du virus de la grippe*. Note de M. **Claude Hannoun**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Le malonate de soude, l'hydroquinone et l'association fluorures-phosphates inhibent la multiplication du virus de la grippe. Ces trois agents ont en commun la propriété d'inhiber la déshydrogénase succinique.

L'une des méthodes les plus utiles pour comprendre le mécanisme de la synthèse des virus dans les cellules sensibles est l'étude de l'action des inhibiteurs enzymatiques sur la multiplication de ces agents.

1. *Acide malonique.* — Le malonate de soude a la propriété bien connue d'être un inhibiteur (du type compétitif) de la déshydrogénase succinique, enzyme réalisant une des réactions-clé dans la chaîne des oxydations cellulaires. Nous avons recherché son action sur la multiplication du virus grippal dans l'embryon de Poulet. Ackermann (1950) [1] a réalisé une étude analogue sur le virus grippal entretenu sur culture de tissus.

Le malonate est toxique pour l'embryon de Poulet. La dose 50 % toxique est voisine de 1,5 mg par œuf. Cependant, à la dose de 1 mg introduite

---

(1) *J. Biol. Chem.*, 189, 1950, p. 421-428.

une heure après l'inoculation du virus, dose qui ne produit pas d'effet toxique, on constate une inhibition nette puisque l'on ne trouve, dans les œufs traités par cette dose, qu'une quantité de virus égale à 55 % du virus produit par les œufs témoins.

Si l'on injecte le malonate plus tardivement, on obtient une réduction d'autant plus marquée que l'intervalle est plus petit entre infection et traitement.

Une injection de malonate à la 20e heure, c'est-à-dire au moment où le virus commence à être décelable par hémoagglutination dans le liquide allantoïque, diminue encore la quantité de virus présente en fin d'expérience, à 40 h.

Le malonate inhibe donc la multiplication du virus grippal. Pour savoir si la déshydrogénase succinique était bien en cause, nous avons cherché l'effet d'autres inhibiteurs de cet enzyme.

2. *Hydroquinone.* — Ce corps, très toxique pour l'œuf puisque, à la dose de 0,5 mg, on observe 50 % de mortalité, a des propriétés inhibitrices vis-à-vis de la succinodéshydrogénase. Aux taux notablement inférieurs aux doses toxiques, on constate déjà un puissant effet inhibiteur vis-à-vis de la multiplication du virus. La dose 50 % inhibitrice se situe autour de 0,25 mg.

3. *Autres inhibiteurs.* — Des travaux tout récents de Slater et Bonner [2] ont montré que si les fluorures d'une part, les phosphates d'autre part, sont de médiocres inhibiteurs de la déshydrogénase succinique, on peut inhiber, de façon très efficace, l'action de cet enzyme par association des deux. Nous avons donc réalisé l'expérience qui consiste à traiter différents lots d'œufs 18 h avant l'injection du virus, par du fluorure de sodium (5 mg), une solution de phosphates de sodium et de potassium M/15 à pH 7 (0,5 cm^3), un mélange des deux ou une égale quantité d'eau physiologique. En prenant 100 pour la quantité de virus produite par œuf dans ce dernier lot, nous avons obtenu les rendements respectifs de 42, 55 et 9 % pour les trois autres lots.

Trois inhibiteurs différents de la déshydrogénase succinique se sont montrés inhibiteurs de la multiplication du virus grippal sur embryon de poulet. La déshydrogénase succinique intervient peut-être dans la synthèse du virus, par exemple en participant à une chaîne de réactions dont les produits ou l'énergie sont nécessaires à cette synthèse.

---

(2) *Bioch. J.*, 52, 1952, p. 185-196.

MÉDECINE. — *Parallèle entre les éléments anatomiques normaux et pathologiques de la maladie rhumatismale.* Note (*) de M. **André Cretin**, présentée par M. Robert Courrier.

1. Le bloc d'os spongieux épiphyso-métaphysaire, divisé en deux par le cartilage de conjugaison, représente, dans l'os long adulte, ce qui reste de l'ébauche primitive enrichie par les apports de l'enfance et de l'adolescence. Il doit être considéré comme un véritable organe. L'épiphyse est extra-diaphysaire, la métaphyse est incluse dans le tube diaphysaire. La circulation épiphyso-métaphysaire est indépendante de celle de la diaphyse. L'absence d'anastomoses affirme la dualité d'origine. Les artères métaphysaires présentent une disposition en hélice ou en accordéon, véritable amortisseur hydraulique, renforcé par une ou plusieurs bagues de cellules myofibrillaires qui étranglent ou dilatent le vaisseau, comme cela existe sur l'artère glomérulaire du rein.

2. La croissance normale par le cartilage de conjugaison est mise en route par de microscopiques suffusions sanguines. Si celles-ci deviennent trop abondantes ou trop fréquentes, le mécanisme normal devient pathologique. Le fer globulaire, activateur en petites quantités, n'est plus qu'un destructeur. Il lyse le tissu spongieux métaphysaire. Or, ce tissu est le lieu où se passent les phénomènes biologiques primordiaux et il fonctionne comme un catalyseur. Tout comme les appareils industriels de ce genre, il peut être « empoisonné ». L'arrêt de son fonctionnement se traduit par la formation locale d'huile (1).

3. La lésion anatomique habituelle est une rupture vasculaire qui coïncide avec une douleur locale extrêmement vive.

Les causes les plus fréquentes de ces hémorragies sont :

1° une infection qui, en augmentant la fluidité du sang, permet des « fuites » dans un système vasculaire altéré;

2° une infection ou une diathèse comme la goutte qui s'attaque directement aux vaisseaux;

3° une hypertension qui peut être générale ou limitée au membre malade;

4° il faut, enfin, tenir compte des variations barométriques brusques

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) Cette huile est le résultat d'un catabolisme anormal des glucides qui nourrissent le tissu métaphysaire. Les échantillons que nous avons recueillis sont un mélange dans lequel les méthodes chimiques d'analyse nous ont permis d'identifier, l'acide oléique, le cholestérol et des protéines diverses parmi lesquelles l'arginine (flavianate d'arginine).

qui peuvent influencer un système capillaire rendu fragile : d'où les douleurs des rhumatisants aux changements de temps.

En définitive, tous ces accidents se résument dans des hémorragies de causes diverses et d'importance variable. Ils s'apparentent à ceux des scaphandres et des caissons qui sont beaucoup plus violents et plus graves (²). Le curage métaphysaire qui soulage immédiatement et parfois définitivement la douleur des rhumatisants, nous paraît indiqué ici.

Conclusions. — La généralisation de l'atteinte vasculaire des valvules du cœur aux capillaires, donne à la maladie rhumatismale un caractère d'unité, malgré le polymorphisme de ses manifestations cliniques. Les dispositions anatomiques expliquent la localisation des lésions et l'immunité de la diaphyse.

A 16h 15m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h 40m.

L. B.

(²) Un article de Kahestrom, Burton et Phemister, *Surgery, Gynecology and obstetric*, février 1939, p. 129-144, Aseptic nécrosis of Bone, qui a trait à la maladie des Caissons, montre les mêmes images macro et microphotographiques que le rhumatisme déformant.